Ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового Красного Знамени
ИНСТИТУТ ГОРНОГО ДЕЛА
имени
А. А. Скочинского

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ ПАРАМЕТРОВ ЗАКЛАДОЧНОГО МАССИВА И ЗАКЛАДОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОТРАБОТКИ ПЛАСТОВ ПОД ОХРАНЯЕМЫМИ ОБЪЕКТАМИ В ЦЕНТРАЛЬНОМ РАЙОНЕ ДОНБАССА

МОСКВА

gost.e-ecolog.ru

Министерство угольной промышленности СССР
Академия наук СССР
Ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени
Институт горного дела им. А. А. Скочинского

Утверждены
директором
чл.-корр. АН СССР
А. В. Докукиным
9 ноября 1978 г.

Утверждены
генеральным директором
ПО «Орджоникидзеуголь»
Н. Ф. Семченко
2 марта 1978 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ ПАРАМЕТРОВ ЗАКЛАДОЧНОГО МАССИВА И ЗАКЛАДОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОТРАБОТКИ ПЛАСТОВ ПОД ОХРАНЯЕМЫМИ ОБЪЕКТАМИ В ЦЕНТРАЛЬНОМ РАЙОНЕ ДОНБАССА



Москва
1979

УДК 622.838.6

В методике рассмотрены параметры закладочного массива, системы разработки с закладкой и виды закладки, обеспечивающие отработку угля под охраняемыми сооружениями, уменьшение интенсивности внезапных выбросов угля, газа и др.

Наряду с этим на основе результатов исследований, выполненных в 1973-1978 гг., рекомендуется методический подход к выбору указанных параметров при выемке запасов в различных конкретных условиях при проектировании разработки крутых пластов угля.

В работе принимали участие: проф., докт.техн.наук М.И.Веков, канд.техн. наук В.И.Симонов (ИГД им. А.А. Скочинского), канд.техн.наук Э.И.Гайко (Енакиевский сектор ИГД им. А.А.Скочинского).

© Институт горного дела им. А. А. Скочинского (ИГД им. А. А. Скочинского), 1979

ВВЕДЕНИЕ

Горные работы на шахтах Центрального района Донбасса оказывают влияние на дневную поверхность, территория которой превышает 750 км^2 и густо застроена промышленными и гражданскими объектами.

На этой площади расположены города с примыкающими к ним шахтными поселками; крупные заводы: металлургические, коксохимические, химические, машиностроительные, авторемонтные, крупноблочного домостроения, строительной индустрии, железобетонных труб и строительных деталей; предприятия легкой и пищевой промышленности; сложные инженерные сооружения: канал Северский Донец-Донбасс, Енакиевская фильтровальная станция, водоводы диаметром свыше I м, газопроводы и нефтепроводы высокого давления; железнодорожные узловые станции; магистральные железные дороги, ЛЭП высокого напряжения и т.д.

Законы об охране недр и окружающей среды требуют нового подхода к обеспечению максимального извлечения полезных ископаемых и защиты подрабатываемой поверхности.

Анализ опыта защиты подрабатываемых сооружений показывает, что наиболее целесообразно применять комбинированные меры защиты - горные и конструктивные. Горные мероприятия предусматривают уменьшение сдвижения поверхности, снижение величины наклонов, деформаций растяжения-сжатия, уменьшение уступов, снижение экстремальных напряжений в сооружениях, что в конечном итоге позволяет снизить стоимость конструктивных мероприятий или отказаться от них.

Опыт и практика применения закладки выработанного пространства в Центральном районе Донбасса показали, что при правильно выбранных параметрах закладочных работ и соответствующих закладочных материалах можно обеспечить безаварийную подработку

инженерных сооружений с применением конструктивных мероприятий или без них, в зависимости от категории охраны и состояния охраняемых объектов.

С момента издания "Рекомендаций ИГД им.А.А.Скочинского по совершенствованию гидравлической закладки на шахте "Красный Октябрь" комбината "Орджоникидзеуголь" (М., ИГД им. А.А.Скочинского, 1972) прошло более пяти лет. За это время проведены исследования параметров закладочных работ и закладочных материалов, накоплен опыт применения различных видов закладки в конкретных условиях. Исходя из этого возникла необходимость издания новых, уточненных рекомендаций применения закладки для охраны подрабатываемых сооружений, управления горным давлением и снижения выбросоопасности крутых пластов в Центральном районе Донбасса.

Работа состоит из двух разделов. В первом по допустимым деформациям определяется величина сдвижения кровли очистной выработки в зависимости от категории охраны подрабатываемых объектов, расположенных на поверхности, на основе чего выбираются параметры закладочных работ и заложенного массива, во втором - даются рекомендации по выбору закладочного материала, соответствующего указанным параметрам.

I. РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЗАКЛАДОЧНЫХ РАБОТ И МАССИВА ДЛЯ ОХРАНЫ ПОДРАБАТЫВАЕМЫХ СООРУЖЕНИЙ, УПРАВЛЕНИЯ ГОРНЫМ ДАВЛЕНИЕМ И СНИЖЕНИЯ ВЫБРОСООПАСНОСТИ ПЛАСТОВ

В зависимости от категорий охраны сооружений ВНИМИ установлены предельные значения сдвижений и деформаций земной поверхности. Для получения указанных величин необходимо, чтобы конвергенция боковых пород, обусловленная их смещением в зоне опорного и призабойного пространства и усадкой закладочного массива, была не более эффективной мощности пласта.

При использовании закладки выработанного пространства в целях управления горным давлением закладочный массив должен исключать возможность проявления вторичных осадок кровли и сползания пород почвы. При разработке пластов, опасных по внезапным выбросам угля и газа, параметры закладочных работ и закладочного массива должны подбираться таким образом, чтобы достигалось максимальное снижение степени выбросоопасности пластов. Данные рекомендации позволяют выбирать необходимые параметры закладоч-

ных работ и закладочного массива при отработке крутых пластов Центрального района Донбасса в сложных горно-геологических условиях, при которых необходимо применение закладки выработанного пространства.

I.I. Определение величины смещения кровли очистной выработки в зависимости от допустимых деформаций охраняемых объектов на поверхности

Основными параметрами сдвижений и деформаций земной поверхности под влиянием подземных разработок являются: максимальное оседание земной поверхности η_m, максимальное горизонтальное сдвижение по линии простирания пласта ξ_{o3}; максимальное горизонтальное сдвижение по линии вкрест простирания пласта ξ_{o1}, максимальный наклон i_o, максимальная величина растяжения и сжатия по линии вкрест простирания пласта ε_o.

На их величину в основном влияют такие факторы, как вынимаемая мощность пласта m_g, угол его падения α, средняя глубина разработки H, способ управления горным давлением, размеры очистной выработки по падению D_1 и простиранию D_2.

Имея в качестве исходных величин вынимаемую мощность пласта, угол падения, глубину разработки, размеры очистной выработки, категорию охраны сооружения (а следовательно, допустимые значения $\eta_m, \xi_{o1}, \xi_{o3}, i_o, \varepsilon_o$) и используя формулы, приведенные в работе [I], можно получить выражения для определения допустимых величин смещения пород кровли U при первичной подработке:

максимального оседания

$$U_{\eta_m} = \frac{\eta_m}{q_o \cdot \cos\alpha \sqrt{t_1 t_2}}, \qquad (I.I)$$

где q_o – относительная максимальная величина полного вектора сдвижения при полной подработке; $q_o = 0{,}80$ при мощности наносов менее $0{,}3H$; $q_o = 0{,}85$ при мощности наносов более $0{,}3H$;

t_1 – коэффициент подработанности земной поверхности или слоев толщи пород по падению пласта; $t_1 = 0{,}9\left(\frac{D_1}{H} - \frac{\Delta D}{H}\right)$;

t_2 – коэффициент подработанности земной поверхности или слоев толщи пород по простиранию пласта; $t_2 = 0{,}9\left(\frac{D_2}{H} - \frac{\Delta D}{H}\right)$;

здесь $\frac{\Delta D}{H} = 0{,}25$ при мощности наносов менее $0{,}3H$;

$\frac{\Delta D}{H} = 0{,}20$ при мощности наносов более $0{,}3H$.

максимального наклона

$$U_{i_0} = \frac{i_0 H}{(1,6 - \frac{\alpha}{\rho})}, \qquad (I.2)$$

где ρ – угол внутреннего трения;

максимального горизонтального сдвижения по линии простирания пласта

$$U_{\xi_{03}} = \frac{\xi_{03}}{a\, q_0 \cos\alpha \sqrt{t_1 t_2}}, \qquad (I.3)$$

где a – параметр, зависящий от вида закладки, качества закладочного материала, степени загроможденности выработанного пространства лесом, угла падения пласта, его мощности; $a = 0,30$ при мощности наносов менее $0,3H$ и $a = 0,40$ при мощности наносов более $0,3H$;

максимального горизонтального сдвижения по линии вкрест простирания пласта

$$U_{\xi_{01}} = \frac{\xi_{01}}{(a + 0,7P) q_0 \cos\alpha \sqrt{t_1 t_2}}, \qquad (I.4)$$

где P – коэффициент, учитывающий влияние наносов; $P = tg\alpha - \frac{h}{H}$

(h – мощность наносов);

максимальной величины растяжения и сжатия по линии вкрест простирания пласта

$$U_{\varepsilon_0} = \frac{\varepsilon_0 H}{\left[0,6 + \frac{\alpha}{\rho} - \frac{h}{H}\left(\frac{\alpha}{\rho} - 0,4\right)\right] \cos\alpha}. \qquad (I.5)$$

Из величин, определенных по формулам (I.I)-(I.5), принимается наименьшая U_{min}, которая складывается из смещений кровли в зоне опорного давления $U_{оз}$, а также в призабойном $U_{пп}$ и заложенном $U_{зп}$ пространстве. При этом считается, что усадка закладочного массива $\Delta\varepsilon_з$ равна величине $U_{зп}$.

Определив по формулам (I.I)-(I.5) U_{min}, можно установить предельную величину усадки закладочного массива:

$$\Delta\varepsilon_з = U_{min} - U_{оз} - U_{пп}. \qquad (I.6)$$

Для получения предельной величины усадки подбираются соответствующий закладочный материал или смесь.

I.2. Уточнение содержания нормируемых параметров закладочных работ и заложенного массива

Смысл применения закладки как горнотехнического мероприятия по охране сооружений сводится к снижению абсолютных величин сдвижений и деформаций земной поверхности и изменению характера протекания их во времени.

Закладочный массив выполняет роль крепи нарастающего сопротивления и позволяет уменьшить конвергенцию боковых пород до пределов, при которых обеспечивается отработка всех пластов, имеющихся в данном поле. Исходя из этого уменьшение величины сближения боковых пород может рассматриваться не только как критерий эффективности закладки, но и как мероприятие, позволяющее обеспечить полноту выемки угля, в частности, под охраняемыми объектами.

Для решения различных задач горного производства и достижения поставленных целей при использовании закладки на тонких и средней мощности крутых пластах необходимо регулировать параметры закладочных работ и заложенного массива с учетом состояния вмещающих пород, поэтому необходимо уточнить смысл этих параметров. Параметрами закладочных работ являются следующие.

Минимальное отставание ℓ_{min} (м) – наименьшее расстояние от забоя до вновь возводимого массива (закладочной перемычки).

Максимальное отставание ℓ_{max} (м) – наибольшее расстояние от ранее возведенного массива до забоя.

Шаг закладки $t_{зк}$ (м) – расстояние между ранее возведенным массивом и вновь возведенной закладочной перемычкой.

Данный параметр, характеризуя ширину одновременно закладываемой полосы, не дает однозначного определения положения массива, так как с одним и тем же шагом закладки можно возводить массив как вблизи угольного забоя, так и далеко в выработанном пространстве. Величина шага закладки определяется из выражения

$$S_{зк} = \ell_{max} - \ell_{min} . \qquad (I.7)$$

Заполнение выработанного пространства по высоте $K_{зп}$ – коэффициент, характеризующий отношение наклонной высоты очистного забоя $h_з$ к наклонной высоте заложенной полосы $h_{оз}$ (м):

$$K_{зп} = \frac{h_з}{h_{оз}} . \qquad (I.8)$$

Если значение $K_{зп}$ меньше 0,95, то такую закладку следует считать частичной, больше 0,95 – полной.

Периодичность закладочных работ $\bar{T}_{зс}$ (сут) - промежуток времени, через который производятся закладочные работы в пределах шага закладки

$$\bar{T}_{зс} = \frac{t_{зк}}{V_c} , \qquad (I.9)$$

где V_c - среднесуточное подвигание забоя, м/сут.

Производительность закладочных работ $П_{зр}$ ($м^3$/ч) - показатель, характеризующий скорость возведения массива с учетом общих затрат времени на производство всего комплекса работ:

$$П_{зр} = \frac{Q_{зм}}{T_з} , \qquad (I.IO)$$

где $Q_{зм}$ - количество закладочного материала, поданного в закладываемую полосу, $м^3$;

$T_з$ - общее время, затрачиваемое на закладочные работы в подготовленной полосе (время от конца работ технологического цикла по добыче перед закладкой до возобновления работ по выемке угля после закладки), ч;

$T_з$ определяется по формуле

$$T_з = t_{зп} + t_п + t_{вм} + t_{зо} + t_{вс} , \qquad (I.II)$$

где $t_{зп}$ - затраты времени на отшивку полосы для возведения закладки (возведение перемычек, разборка специальной крепи, очистка полосы и т.д.);

$t_п$ - время, необходимое для подготовки лавы к приему закладочного материала (прокладка и наращивание трубопроводов, очистка канавок, водосборников, проведение линий связи и т.д.).

$t_{вм}$ - общее время, затрачиваемое на возведение массива от начала промывки трубопровода (или от начала поступления породы при других видах закладки) до полного заполнения полосы;

$t_{зо}$ - время, необходимое для заключительных операций после подачи материала (уборка колен, труб, линий связи, опрокида и т.д.);

$t_{вс}$ - затраты времени на приведение лавы в безопасное состояние, включая очистку выработок.

Общее время $T_з$ можно также вычислить по формуле

$$T_з = t_{кт} - t_{нт} , \qquad (I.I2)$$

где $t_{кт}$ - время (ч, мин) окончания технологического цикла по добыче угля;

$t_{нт}$ - время окончания всех работ по закладке и передачи забоя для начала технологического цикла по добыче угля.

Производительность гидро-, пневмо- или локомотивного транспорта $П_{тр}$ (м³/ч) - показатель, характеризующий фактическую скорость подачи материала в закладываемую полосу:

$$П_{тр} = \frac{Q_{зм}}{t_{зг}} , \qquad (I.I3)$$

где $t_{зг}$ - время, необходимое для подачи закладочного материала, исключая простои, не связанные с транспортированием материала (простои не по вине транспорта), ч; определяется по журналу закладочных работ.

Параметры заложенного массива характеризуют его физико-механические свойства и, в конечном итоге, несущую способность, которая определяет эффективность закладки как горнотехнического мероприятия для охраны сооружений, находящихся на подрабатываемой поверхности, управления горным давлением и снижения выбросоопасности. К основным параметрам заложенного массива относятся следующие.

Несущая способность $\sigma_м$ (кгс/см²) - предельное сопротивление массива воздействию внешней нагрузки при заданной усадке. Определяется опытным путем. Представление о несущей способности дают компрессионные испытания закладочного материала.

Насыпная плотность закладочного материала $\gamma_н$ - масса единицы объема закладочного материала, образованного путем естественной отсыпки. Определяется опытным путем.

Средняя плотность массива по очистному забою в целом $\bar{\gamma}_{мл}$ (тс/м³) - масса единицы объема закладочного массива без учета содержания влаги. Определяется как отношение весового количества материала, поданного в выработанное пространство $Q_{зм}t$, например по отметке конвейерных весов, к чистому объему закладываемого выработанного пространства $V_{зг}$:

$$\bar{\gamma}_{мл} = \frac{Q_{зм}}{V_{зг}} . \qquad (I.I4)$$

Этот показатель, характеризующий заполнение выработанного пространства материалом, является интегральным и дает усредненную характеристику массива в целом по заложенному объему. Если необходимо определить плотность массива в какой-либо точке по высоте лавы γ_{mi} (тс/м³), можно воспользоваться следующим уравнением:

$$\gamma_{mi} = \gamma_н \cdot e^{\frac{h}{a}} , \qquad (I.I5)$$

где e – основание натуральных логарифмов;

n – расстояние от вентиляционного штрека до точки определения γ_{mi} по наклону, м;

Значения a для случая применения закладочного материала из шахтных пород приведены в табл. I.I.

Таблица I.I

Вид закладки	Параметр a			
	при α = 50–60°		при α = 60–70°	
	$m < 0,7$ м	$m > 0,7$ м	$m < 0,7$ м	$m > 0,7$ м
Гидравлическая	420	385	400	370
Пневматическая	700	675	700	650
Самотечная (с диаметром куска до 100 мм)	900	870	880	865

Внутри возведенного заложенного массива по причинам, указанным выше, остаются пустоты. Одни из них – пустоты, органически присущие массиву как сыпучей среде, характеризуют его физическое состояние. Объем и характер этих пустот в основном зависит от гранулометрического состава исходного материала, формы частиц и плотности их укладки. Эти пустоты характеризуют пористость массива. Другие пустоты – технологического происхождения и являются следствием оставления в выработанном пространстве крепежного леса, специальной крепи и т.п.

Для практических целей важно знать пористость и пустотность массива:

пористость массива $П$ (%) – отношение суммарного объема пор $V_п$ в закладочном массиве к общему объему, занимаемому закладочным материалом $V_м$:

$$П = \frac{V_п}{V_м} 100 = \left[1 - \frac{\gamma_м}{\gamma_ц (1 + 0,01W)}\right] 100 , \qquad (I.I6)$$

где $V_{зт}$ – чистый объем закладываемого выработанного пространства, м³;

$\gamma_м$ – плотность сформированного массива, тс/м³ (вместо γ_m можно подставлять $\gamma_{мл}$, тогда $П$ характеризует пористость массива по лаве в целом);

$\gamma_ц$ – плотность исходного материала в целике, тс/м³; если закладочная шихта состоит из нескольких компонентов, то $\gamma_ц$ определяется как средневзвешенное смеси:

$$\gamma = \frac{\gamma_1 P_1 + \gamma_2 P_2 + \ldots + \gamma_n P_n}{100} , \qquad (I.I7)$$

где $\gamma_1, \gamma_2, \dots \gamma_n$
и $P_1, P_2, \dots P_n$ – соответственно плотность и процентное содержание отдельных компонентов в смеси.

Пустотность массива $\mathcal{P}$ определяется как отношение суммарного объема пор и пустот к общему объему выработанного пространства:

$$\mathcal{P} = \frac{V_n + V_{nn}}{V_{on}} = \left\{1 - \left[\frac{\bar{\gamma}_{мл}}{\gamma_ц (1 + 0{,}01W)} + \frac{V_{nn}}{V_{on}}\right]\right\} 100 , \qquad (I.I8)$$

где V_{nn} – объем технологических пустот, м³;
V_{on} – общий объем выработанного пространства, подлежащего закладке, м³.

Фильтрационная способность – способность массива пропускать воду. При малых скоростях фильтрации над возводимым массивом образуется значительный столб воды (пульпы), который может разрушить перемычку; при значительной пористости и больших скоростях фильтрации может ухудшиться процесс формирования массива и увеличиться вынос мелких классов. Коэффициент фильтрации массива должен находиться в пределах 0,00I–0,II см/с.

С помощью натурных наблюдений установлено влияние параметров закладочных работ на несущую способность закладочного массива. В условиях шахты, как правило, закладочный материал и способы крепления конкретных лав довольно стабильны, поэтому такие факторы, как пористость, пустотность, фильтрационная способность, являются практически постоянными.

В результате исследований, проведенных сектором опытно-экспериментальных работ ИГД им. А.А.Скочинского в г. Енакиево и Коммунарским горно-металлургическим институтом (Р.А.Фрумкин), установлено, что в этих условиях наиболее существенными параметрами, которые определяют поведение боковых пород и сдвижение поверхности, являются максимальное отставание массива от забоя и средняя плотность массива. Их следует считать регулируемыми параметрами закладки как горнотехнического мероприятия по охране подрабатываемой поверхности, управления горным давлением и снижения выбросоопасности разрабатываемых пластов.

I.3. Рекомендуемые системы разработки, виды применяемой закладки и параметры закладочных работ для охраны сооружений, снижения выбросоопасности и управления горным давлением

До настоящего времени охрана сооружений, снижение выбросоопасности и управление горным давлением определялись только

видом закладки. Для практического выбора параметров систем разработки, способов выемки, видов применяемой закладки и ее параметров в дополнение к расчетному подходу, который изложен ниже, в работе рекомендуются параметры закладки в зависимости от условий и целей ее применения.

I.3.I. Виды применяемой закладки. Для охраны сооружений и природных объектов можно рекомендовать следующие виды закладки:

гидравлическую для охраны сооружений I и II категории и особо сложных в инженерном отношении;

гидравлическую, пневматическую, механическую (самотечную) с использованием в качестве закладочного материала дробленой породы для охраны сооружений до III категории включительно.

Для управления горным давлением могут быть рекомендованы все виды закладки.

Для снижения выбросоопасности рекомендуется гидравлическая закладка, так как влияние других видов закладки пока не установлено из-за малого объема исследований.

I.3.2. Системы разработки, направление выемки и положение забоя. Основной системой разработки с применением закладки выработанного пространства является столбовая. В исключительных случаях с разрешения технического директора производственного объединения может применяться сплошная или другая система разработки.

Для охраны сооружений до III категории включительно разрешается применять все способы выемки угля с любым положением забоя, исключая использование щитовой крепи, передвигаемой по падению, с перемещающейся закладкой. Для охраны особо сложных сооружений и сооружений I и II категории с применением гидрозакладки заложенный массив необходимо располагать с наклоном на выработанное пространство или строго по падению. Не рекомендуется применять нависающий гидрозакладочный массив; как исключение, такое расположение может быть допущено при разработке особо выбросоопасных пластов и выемке угля комбайнами с дистанционным управлением. На каждый случай должно быть решение технического совета производственного объединения, согласованное с местной РГТИ, и специальные рекомендации ИГД им. А.А.Скочинского, обусловливающие параметры применения нависающего массива.

При использовании гидравлической закладки для снижения выбросоопасности пластов расположение заложенного массива не лимитируется, т.е. в этом случае разрешается применение также и на-

висающих закладочных массивов (кроме щитовых крепей). Во всех случаях применения гидрозакладки для вышеуказанных целей растяжка уступов должна быть минимальной. Опережение первым уступом второго должно быть не более 3,5–4,0 м для магазинирования угля. Опережение просеком (нижней печи и уступа-магазина, примыкающих к откаточному штреку) первого уступа допускается до 20 м при его высоте не более 6 м, отставание закладки в этом уступе не лимитируется.

Охрана откаточного и вентиляционного штреков должна осуществляться закладочным массивом, оставление целиков для этих целей не рекомендуется.

При использовании всех видов закладки с целью управления горным давлением положение заложенного массива не лимитируется, для этих целей возможно применение закладки в сочетании с щитовыми крепями.

I.3.3. Расчетный метод выбора параметров закладочных работ и заложенного массива. В его основу положены исследования, выполненные на шахте "Красный Октябрь", в результате которых установлена связь между задаваемыми величинами сдвижений и деформаций земной поверхности и параметрами заложенного массива.

В случае применения закладки выработанного пространства правилами охраны сооружений рекомендуется в формулы, по которым вычисляются величины сдвижения и деформации земной поверхности, вместо мощности разрабатываемого пласта подставлять "эффективную мощность", определяемую по формуле

$$m_э = h_к + h_н + B(m - h_к - h_н), \qquad (I.19)$$

где $h_к$ – конвергенция в призабойном пространстве между забоем и закладочным массивом (по принятым нами обозначениям можно допустить, что $h_к \approx U_{пп}$);

$h_н$ – неполнота закладки определяет величину, на которую не подбучивается кровля пласта в момент возведения закладочной полосы; в условиях крутых пластов $h_н = 0$, так как при формировании массива намывом или при самотечной закладке кровля подбучивается полностью;

B – коэффициент, характеризующий усадку заложенного массива в долях единицы;

$(m - h_к - h_н)$ – расстояние между почвой и кровлей на кромке заложенного массива. Тогда $B(m - h_к - h_н)$ – сближение боковых пород в выработанном заложенном пространстве, можно принять, что $B(m - h_к - h_н) \approx U_{зп} \approx \Delta t_з$.

Таким образом, мы вправе записать, что

$$m_{эф} = U_{од} + U_{пп} + U_{зп} . \qquad (I.20)$$

Как видно, формула (I.20) отличается от формулы (I.I9) наличием члена $U_{од}$, который определяет деформацию пласта в зоне опорного давления. Таким образом, рассмотренная формула (I.20), величина которой совпадает со значением, полученным по формуле (I.6), более правильно отражает физическую сущность происходящих процессов в окрестности очистного забоя.

Для определения величин допустимых смещений кровли – формулы (I.I)–(I.5) – в качестве исходной принята эффективная мощность пласта $m_э$. Таким образом, учитывая допустимые деформации, мы можем вычислить эффективную мощность, при которой эти деформации будут равны или меньше предельных.

В свою очередь, в результате исследований было установлено, что $U_{од} = (0{,}005–0{,}02)m_g$, т.е. составляет 0,5–2% вынимаемой мощности пласта. Смещение пород кровли в призабойном пространстве $U_{пп}$ (%) (на кромке заложенного массива) с достаточной для замеров точностью может апроксимироваться уравнением прямой линии вида

$$U_{пп} = a + b\ell_{max} \ . \qquad (I.21)$$

Смещение кровли в выработанном заложенном пространстве $U_{зп}$ (%) может быть выражено уравнением логистической кривой:

$$U_{зп} \approx \Delta\varepsilon_з = \frac{\kappa_м}{1 + \frac{D}{\chi^c \bar{\gamma}_{мл}}} \ , \qquad (I.22)$$

где a, b – численные коэффициенты, зависящие от качества заложенного массива;

$\kappa_м$ – предельная величина усадки закладочного массива при данных физико-механических свойствах материала и способе возведения массива, мм;

D – расстояние от кромки закладочного массива до точки, где величина сближения составляет 50% предельного, м;

χ – текущая координата;

c – коэффициент, зависящий от свойств массива;

$\bar{\gamma}_{мл}$ – средняя плотность массива по лаве в целом, тс/м^3.

Условие эффективного применения закладки как горнотехнического мероприятия запишется следующим образом:

$$m_{эф} \le m_э \ . \qquad (I.23)$$

Тогда подставив из приведенных выше формул значение $m_{эф}$, получим

$$\left[(0{,}005 \div 0{,}02)m_g + \frac{1}{100}(a + b\ell_{max})m_g + \frac{\kappa_м}{100\left(1 + \frac{D}{\chi^c \gamma}\right)}\right] \le m_э \ . \qquad (I.24)$$

Преобразовав выражение (I.24) к удобному для использования виду, получим

$$\frac{m_в}{100}\left[(0{,}5 \div 2{,}0) + \frac{1}{100}(a + b\ell_{max}) + \frac{K_м}{\left(1 + \frac{D}{\chi^c \gamma}\right)}\right] \leq m_э . \qquad (I.25)$$

Для практического пользования формулой (I.25) в табл. I.2 приводятся значения коэффициентов, полученные в результате исследований.

Таблица I.2

Плотность заложенного массива в целом по лаве, т/м³	Коэффициенты, входящие в формулы (I,2I)-(I,25)				
	a	b	$K_м$	D	c
>I,8	0,2	0,5	I4	328	I,0
I,64-I,79	0,I	0,65	22	I003	I,I3
I,49-I,68	0,I5	0,9	26	I200	I,27
I,45-I,63	0,2	I,05	28	200	0,98
I,38-I,55	0,25	I,2	34	I75	0,96

Полученные величины подставляются в формулу (I.25), и вычисляется ℓ_{max}.

На основании изложенного видно, что ℓ_{min} – минимальное отставание – выбирается в пределах 2,7–4,5 м, с учетом этого можно определить $S_{зк}$. При этих параметрах производится 5–I0 закладок и путем измерений в натуре уточняются значения $U_{гд}$, $U_{пп}$, $U_{зп}$ и корректируется величина ℓ_{max}. В дальнейшем при отработке пластов в зоне охраны сооружений производятся непрерывные измерения конвергенции и сближения боковых пород в заложенном массиве в соответствии с "Руководством по контролю качества гидрозакладки, применяемой в зоне охраны Енакиевских заводов" и вносятся необходимые изменения в определенные ранее параметры, если в этом имеется необходимость.

I.3.4. Метод условных баллов. В некоторых случаях данных для определения параметров закладочных работ аналитическим путем недостаточно. Для ориентировочного определения этих параметров, исходя из опыта и практики применения закладки для охраны соору-

жений, разработан метод условных баллов. Он состоит в том, что горно-геологическим условиям, присущим конкретным пластам, присваивается определенный балл, по которому из таблицы выбираются искомые параметры закладочных работ. Такой выбор является предварительным; после пробной эксплуатации лавы с расчетными параметрами закладочных работ определяются величины для последующего их уточнения аналитическим путем.

Условные баллы, соответствующие горно-геологическим условиям, и параметры закладочных работ приведены в табл. I.3.

Таблица I.3

Горно-геологические условия	Параметры закладочных работ	Условные баллы
Мощность пласта	Менее 0,70 м	2
	0,7-I,5 м	I
	Более I,5 м	2
Состояние кровли	Мощность легко обрушающихся пород кровли $< 5m_n$	2
	Мощность легко обрушающихся пород кровли $> 5m_n$	I
	Трудноуправляемая кровлия, не склонная к обрушению	2
Состояние почвы пласта	Сползающая	2
	Средней устойчивости и устойчивая	I

Таким образом, той или иной лаве может быть присвоен балл от 3 до 6.

В соответствии с приведенной выше классификацией условий и накопленным опытом отработки пластов под сооружениями Енакиевских заводов, а также жилыми и общественными зданиями рекомендуемые параметры закладочных работ и заложенного массива по условным баллам приводятся в табл. I.4 с учетом ранее выданных рекомендаций по применению закладочных материалов и закладочных шихт.

Указанные рекомендации являются временными и будут уточняться по мере накопления опыта охраны сооружений и результатов научных исследований.

Таблица I.4

Назначение закладки	Условные баллы	Вид закладки и параметры закладочных работ					
		Гидравлическая		Пневматическая		Самотечная дробленой породой	
		$\gamma_{мл}$, т/м³	l_{max}	$\gamma_{мл}$, т/м³	l_{max}	$\gamma_{мл}$, т/м³	l_{max}
Охрана сооружений по категориям:							
I	3	I,7	9	–	–	–	–
	4	I,75	9	–	–	–	–
	5	I,8	8,I	–	–	–	–
	6	I,8	8,I[xx)]	–	–	–	–
II	3	I,7	9,9	–	–	–	–
	4	I,75	9,9	–	–	–	–
	5	I,75	9,0	–	–	–	–
	6	I,8	9,0	–	–	–	–
III	3–4	I,75	I0,8	I,6–I,65	4,5	–	–
	5–6	I,75	9,9	I,6–I,65	3,6	–	–
До IУ	3–6	I,75	I0,8–II,7	I,6–I,65	4,5	I,55–I,65	3,6
Снижение выбросоопасности	3–6	I,75	9,0	–	–	–	–
Управление горным давлением	3–4	I,65–I,7	I4,4	I,6–I,65	5,4	I,55–I,65	4,5
	5–6	I,7 –I,75	I2,6	I,6–I,65	4,5	I,55–I,65	3,6

x) При разработке одиночных выбросоопасных пластов под охраняемыми сооружениями максимальное отставание массива во всех случаях не должно превышать 9 м. При отработке таких пластов при полной защите параметры закладочных работ выбираются по настоящей таблице.

xx) В случае применения уступного забоя кутки уступов должны иметь диагональную форму, а отставание закладки должно быть постоянным по всей лаве.

I.3.5. На основании накопленного опыта и результатов исследований, проведенных на шахте "Красный Октябрь", разработаны условные баллы, с учетом которых можно предварительно выбрать параметры закладочных работ и заложенного массива при разработке конкретных пластов под наиболее сложными в инженерном отношении сооружениями Енакиевских заводов. Классификация пластов по условным баллам приводится в табл. I.5.

Таблица I.5

Баллы	Крыло пласта	
	восточное	западное
3	m_3, ℓ_3, $K_7^{1-н}$, K_7, h_{11}	m_3, $\ell_1^в$, $\ell_1^н$, $K_7^{1-н}$, h_{11}
4	$K_3^в$, K_2, K_1	$K_3^в$, K_2, K_1
5	m_2, K_4, h_{10}	m_2, $K_7^{1-в}$, K_4^1, h_{10}
6	$\ell_1^в$, $K_7^{1-в}$	ℓ_3

I.4. Контроль за качеством закладочных работ

Во всех очистных забоях, разрабатывающих пласты под охраняемыми сооружениями и объектами, специальной службой должен быть установлен строгий контроль за качеством закладочных работ и заложенного массива. Он осуществляется путем замера конвергенции в призабойном пространстве и сближения боковых пород в заложенном выработанном пространстве; количество замеров и их периодичность устанавливаются "Руководством по контролю гидравлической закладки".

После закладки каждой полосы службой контроля составляется акт, форма которого определяется указанным руководством, являющимся официальным документом производства закладочных работ в зоне охраны сооружений. Количество породы, поданной в очистные забои, должно определяться с помощью конвейерных или других весов, которые должны быть опломбированы и периодически проверяться.

2. ЗАКЛАДОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

2.I. Потребность в закладочных материалах

Практика разработки пластов под Енакиевскими заводами с применением гидравлической закладки в качестве горнотехнического мероприятия по их охране показала, что для особо сложных в инженерном отношении сооружений с целью уменьшения деформаций земной поверхности и стоимости конструктивных мероприятий целесообразно применять закладочные массивы с малой усадкой.

I4–I7% – для доменных печей, коксовых батарей, кислородно-конверторных цехов, мартеновских печей, бессемеров;

I6–I8% – для вращающихся цементных и обжиговых печей, кислородных станций, хранилищ агрессивных и горючих жидкостей большой емкости, силосов для хранения порошкообразных материалов;

I8–20% – для аглофабрик, газопроводов, газохранилищ, водоводов большого диаметра, открытых магистральных каналов и других сооружений, чувствительных к растягивающим деформациям.

Это требование можно удовлетворить при использовании для закладки шихт, обеспечивающих указанные величины усадки массива. Необходимо отметить, что малосжимаемые шихты возможно и целесообразно применять только при гидравлической закладке, так как лишь при формировании массива намывом обеспечивается плотная укладка.

При самотечной закладке применение шихт нецелесообразно, поскольку формирование массива происходит путем отсыпки, при которой возможны дифференциация и расслоение исходного материала.

Исходя из этого можно сделать вывод, что для охраны объектов I и II категории и сложных инженерных сооружений основным видом закладки является только гидравлическая с формированием массива намывом.

На основании вышесказанного и результатов анализа характера застройки подрабатываемой территории шахтами Центрального района Донбасса определена потребность в закладочных материалах и шихтах, если в качестве горнотехнического мероприятия по защите сооружений применяется закладка (табл. 2.I).

Как видно из таблицы, для охраны особо важных сооружений в Центральном районе Донбасса потребуется немногим более 5,5% малосжимаемых шихт, остальная потребность в материалах может быть обеспечена за счет пород, выдаваемых из шахт при проведении выработок, горелых и негорелых пород шахтных отвалов и их смесей. При этом необходимое качество возводимого массива должно регулироваться путем изменения параметров закладочных работ и способов формирования массива.

Следует иметь в виду, что указанная потребность в закладочных материалах определена для шахт, разрабатывающих пласты на глубине не более I300 м. В процессе проектирования мер защиты при отработке глубоких горизонтов объемы закладки должны уточняться, поскольку в настоящее время точные границы будущих шахт не установлены. Однако процентное соотношение между общей по-

требностью в материалах и потребностью в малоскимаемых шихтах по всей вероятности останется в пределах 6%.

Таблица 2.I

Объекты, территории	Потребность в закладочном материале, тыс.т				
	Шахтная порода и порода терриконов	Закладочные шихты с усадкой			Всего материала
		I4–I7%	I6–I8%	I8–20%	
Производственное объединение "Артемуголь"					
г.Дзержинск	7600	–	–	–	7600
Дзержинский КХЗ	2000	I900	II00	–	5000
г.Горловка	69000	–	–	–	69000
Горловский КХЗ	5500	3650	2200	–	II350
Железнодорожный узел г.Никитовка	25000	–	–	–	25000
Железнодорожные магистрали	6I000	–	–	–	6I000
Итого:	I70I00	5550	3300	–	I78950
Производственное объединение "Орджоникидзеуголь"					
г.Енакиево	20400	–	–	–	20400
Енакиевские заводы	8800	3850	2750	2200	I7600
Итого:	29200	3850	2750	2200	38000
Всего по району:	I99300	9400	6050	2200	2I6950

Если считать, что существующие запасы на действующих шахтах будут отработаны примерно за 25 лет, то среднегодовая потребность в малоскимаемых шихтах составит около 0,8 млн.т в год, основным же закладочным материалом будет шахтная порода и порода шахтных отвалов.

2.2. Исследование закладочных материалов

Для возведения закладочного массива в зоне влияния горных работ при разработке пластов под Енакиевскими заводами в качестве закладочного материала было предусмотрено применение шахтных пород от проведения и ремонта горных выработок. В дальнейшем ИГД им. А.А.Скочинского рекомендовал для восполнения недостающего объема закладочного материала применять для этих целей породу шахтных отвалов.

В связи с увеличением объема закладочных работ из-за изменения размеров зоны охраны при уточнении их границ имеющегося ко-

личества породы недостаточно для удовлетворения потребности шахты в закладочном материале на ближайшие годы. Поэтому были исследованы местные материалы с целью определения возможности их применения для закладки выработанного пространства.

2.2.I. Петрографический состав отходов обогащения ОФ КХЗ следующий: 4,5% песчаников, I4,2% песчаного сланца, 65% глинистого сланца, 9,4% угля и угольного сланца, 0,8% известняка и 5,6% сростков угля породы. Крепкие компоненты (песчаники, песчаные сланцы) составляют I8,7%. По гранулометрическому составу 88,5% породы пригодно к прямому применению и только II,5% нуждается в дополнительной переработке. Содержание в дробленой породе кусков меньше I,0 мм составляет I2%. Влажность пород 20,2% содержание горючих - I9,5%.

Основное количество породы - отходы обогащения - относится к среднеразмокаемым в воде. Однако в связи с применением флотореагентов, которые проникают в каждый кусок породы по микротрещинам и капиллярам, в результате дополнительного хранения переувлажненной породы под открытым небом, а также в процессе дробления при переработке ее на дробильном комплексе образуется много мелочи, а часть кусков (65% глинистых сланцев) разлагается с образованием ила.

Во время гидротранспортировки по трубопроводу содержание пород класса 50-25 мм уменьшается почти в три раза, за счет чего увеличивается содержание пород класса 25-5 мм (на 36%).

Выход мелких классов (менее 0,I5 мм) при транспортировке породы на 3 км составил I7,4%, что в I,7 раза выше допустимого (I0%).

В результате исследований компрессионных свойств установлено, что усадка закладочного материала из пород ОФ КХЗ на I6-30% больше, чем материала из шахтных пород, в зависимости от наличия в них песчаников.

2.2.2. Петрографический состав породы из шахтных отвалов Центрального района следующий: песчаники - 30-47,6%, песчанистые сланцы - 20-36%, глинистые сланцы - I6-40%, известняки - I,4%. Исходный материал содержит 27,9% кусков размером более 50 мм и 8,36% менее I мм.

Естественная максимальная влажность - 5,0%, средняя - 2,82%, содержание горючих - 3,9%, кислотность водной вытяжки pH - 6,03. Усадка закладочного материала в компрессионном приборе - 29.2%

против 41,2% для шахтных пород при давлении 109 кгс/см^2. Коэффициент фильтрации 0,66 см/с, степень измельчения – 10,4%, т.е. выше, чем для шахтных пород.

Исследованиями установлено, что по основным физико-механическим характеристикам материал шахтных отвалов пригоден для использования в качестве закладочного. На основании анализа компрессионных свойств определено, что заложенный массив, сформированный из пород шахтных отвалов, обеспечит уменьшение величины конвергенции вмещающих пород на 25-30%, что имеет особо важное значение для работы в зоне охраны под заводами.

2.2.3. Шлаки Енакиевского металлургического завода. Исследовались доменные, литейные, мартеновские и конверторные шлаки.

Как показали исследования, гранулированные доменные шлаки пригодны для их использования в качестве 30-40%-ной добавки в шихту, состоящую из шахтных пород и пород терриконов, с целью уменьшения пористости и увеличения плотности, а следовательно, и несущей способности массива.

На Енакиевском металлургическом заводе выход шлака составляет 1460 тыс.т, из этого количества 1170 тыс.т гранулируется, а 290 тыс.т, или 19,5%, выдается в отвалы. При полной переработке шлака завод имеет возможность поставлять шахте около 300 тыс.т гранулированного шлака для возведения закладки под особо важными сооружениями.

2.3. Подбор закладочных шихт. Характеристика исходных материалов

Для закладочных шихт с малыми усадками используются закладочные материалы, способные выдержать значительные нагрузки и имеющие гранулометрический состав, а также обеспечивающие плотную упаковку при возведении закладочного массива. При дробленом закладочном материале в качестве дополнительных компонентов обычно применяются песок, гранулированный шлак, золошлаки и т.п.

Построенные в Центральном районе Донбасса закладочные комплексы имеют только одно классификационное устройство, разделяющее породу на два класса, например с верхним пределом 50 или 100 мм. В этих комплексах ограничены возможности аккумулирования различных исходных материалов, так как количество бункеров и технологических целей для складирования и подачи компонентов

недостаточно. В большинстве случаев имеется только одна цепь для подачи готового продукта. Дозировочные устройства, например пластинчатые питатели без регулируемого привода, не позволяют производить точную дозировку подаваемого материала. В то же время при перемещении материала водой по трубам происходит его истирание и дробление, что приводит к деградации материала в месте его укладки. Выбор исходных материалов в Центральном районе ограничен, крупные месторождения прочных, твердых и малосжимаемых пород отсутствуют, месторождения песка малы по запасам, ближайшие из них находятся на расстоянии 100–150 км в пойме Северского Донца.

Исходя из этого поиски малосжимаемых шихт производились в направлении подбора компонентов из местных материалов; с учетом возможности существующих дробильно-закладочных комплексов число компонентов составляло не более трех и, как исключение, четырех; предпочтительными являлись двухкомпонентные смеси. Подбираемые шихты не подвергались специальной классификации, исходные компоненты шихт должны были проходить только через существующие технологические цепи и существующий грохот-классификатор, имеющий предельный размер отверстия сита 50–60 мм.

Эти дополнительные требования усложнили процесс подбора компонентов. Задача в конечном итоге сводилась к подбору добавок к основному закладочному материалу – шахтной породе, которые позволили уменьшить пористость намытого массива, увеличить коэффициент уплотнения при намыве, улучшить гранулометрический состав при укладке материала в массив, увеличить суммарную прочность пород мелких классов как составной части массива.

Характеристика местных исходных материалов, из которых составлены шихты, приведена в табл. 2.2.

Как видно из таблицы, наилучшие физико-механические свойства имеет песок, далее гранулированный шлак, затем порода шахтных отвалов, шахтная порода и наихудшую характеристику имеют отходы обогащения.

Таким образом, для подбора шихт с малыми усадками в качестве компонентов, улучшающих их характеристику, могут быть использованы песок и гранулированный шлак, но их запасы ограничены, а стоимость достаточно высока; 1 т песка франко-шахта стоит 1,3–1,6 руб., а гранулированного шлака – 1,5 руб.

Таблица 2.2

Физико-механические свойства закладочных материалов	Шахтная порода	Горелая порода терриконов	Отходы обогащения ОФ КХЗ	Песок	Гранулированный шлак
Петрографический состав, %:					
песчаники (песчаная фракция песков, окись кремния SiO_2)	42,5	42,6	4,5	94,8–91,8	–
песчаные сланцы	35	30	14,2	–	–
глинистые сланцы	21	12,9	65	До 5–8	–
известняки	0,5	1,5	0,8	0,2	–
сростки угля и породы	1,0	–	5,6	–	–
стекловидная фаза	–	13	–	–	100
Предел прочности на одноосное сжатие, кгс/см^2	390	358	380	400	350
Влажность весовая в воздушно-сухом состоянии, %	9,5	2,4	13,5	5,5–8,0	6,6
Плотность, т/м^3	1,48	1,24	1,52	1,4–1,6	1,2
Содержание горючих, %	8,3	3,9	19,5	0,1	0
Коэффициент фильтрации, см/с	0,75	0,66	0,5	0,65	0,7
Пористость, %	42,5	38	45	29,5	35
Размокаемость	Не размокает		Слабо размокает	Не размокает	

2.4. Результаты исследования малоскимаемых шихт

Для испытаний шихты из исходного сырья подбираются по минимальной пористости, затем из всех шихт отбираются композиции для определения их усадки под нагрузкой путем снятия компрессионной характеристики. Некоторые результаты испытаний отобранных шихт приведены в табл. 2.3. Их усадка изменялась при давлении 90 кгс/см^2, что соответствует нормальной составляющей сил горного давления на глубине 1000 м на пластах с углом падения 60–65^0.

Ожидаемая усадка массива и суммарное сближение боковых пород, приведенные в табл. 2.3., определялись по аналогии с уже испытанными в подземных условиях смесями и шихтами закладочных материалов.

Таблица 2.3

Исходные материалы закладочных смесей, %					Предельный размер куска, мм	Число компонентов в смеси	Плотность, кг/м³	Коэффициент уплотнения	Пористость после уплотнения, %	Усадка при давлении 90 кгс/см², мм	Ожидаемая усадка массива на глубине 1000 м, мм	Ожидаемое суммарное сближение на глубине 1000 м, %
шахтная порода	порода отвалов	отходы обогащения	песок	гранулированный шлак								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
100	–	–	–	–	50	1	1,90	1,27	35,6	31,9	23–25	25–30
100	–	–	–	–	25	1	2,03	1,37	26,2	19,7	18–19	22–23
–	100	–	–	–	50	1	1,54	1,12	38,2	25,8	20–21	24–25
–	100	–	–	–	25	1	1,45	1,14	35,4	19,3	18–19	22–23
–	–	–	–	100	10	1	1,35	1,14	42,0	29,7	22–23	25–26
–	–	–	100	–	10	1	1,55	1,14	24,8	12,6	10–12	12–14
–	–	100	–	–	50	1	1,71	1,09	40,5	34,8	25–27	30–38
80	–	20	–	–	50	2	2,06	1,39	30,0	26,6	23–25	28–30
90	–	10	–	–	50	2	2,02	1,37	30,0	29,8	24–27	30–35
50	50	–	–	–	50	2	1,76	1,15	34,8	22,7	19–20	23–25
80	20	–	–	–	50	2	1,86	1,26	33,7	29,3	21–23	24–26
40	40	20	–	–	50	3	1,77	1,21	32,9	24,6	20–21	23–25
50	40	10	–	–	50	3	1,69	1,17	35,6	23,9	20–21	23–25
30	30	20	20	–	50	4	1,89	1,27	27,0	16,8	13–14	15,5–16,5
30	30	20	–	20	50	4	1,80	1,26	31,0	17,7	14–15	17–18
40	30	–	20	10	50	4	2,0	1,32	27,5	18,6	14,5–15,5	17,5–19,0
40	30	10	–	20	50	4	1,83	1,19	33,0	16,9	13,5–14,5	16–17
40	30	10	10	10	50	4	1,96	1,35	28,8	16,6	13–14	15,5–16,5

Продолжение таблицы 2.3

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3
50	20	I0	20	-	50	4	2,0	I,34	30,0	I6,8	I3-I4	I5,5-I6,5
80	-	I0	20	-	50	3	I,90	I,29	30,0	I6,8	I3-I4	I5,5-I6,5
I0	50	I0	30	-	25	4	I,75	I,I6	34,2	I9,4	I6-I7	I8-I9
20	40	20	I5	I5	50	5	I,87	I,I9	33,I	22,3	I9-20	22-23
-	60	I0	20	-	50	3	I,9	I,I9	34,0	22,I	I8,5-I9,5	22-23
50	20	I0	20	-	25	4	I,84	I,I6	32,7	I9,2	I5,5-II,5	I7,0-I8,5
I0	50	-	30	-	25	3	I,76	I,09	30,5	I6,7	I3-I4	I5,5-I6,5
20	20	-	30	30	50	4	I,85	I,20	32,9	I4,7	II-I3	I5-I6
20	40	20	I0	30	50	5	I,74	I,I6	33,8	I6,8	I3-I4	I5,5-I6,5
30	-	I0	20	-	50	3	I,85	I,I7	34,0	22,4	I9,5-2I,0	23-24
90	-	-	-	I0	50	2	I,72	I,20	34,0	22,8	I9-20	23-24
82	-	-	-	I8	50	2	I,70	I,2I	33,3	22,7	I9-20	23-24
75	-	-	-	25	50	2	I,80	I,28	35,4	20,8	I7-I8	20-22
65	-	-	-	35	50	2	I,70	I,23	33,I	23,3	I9-20	23-24
50	-	-	-	50	50	2	I,66	I,28	32,4	22,8	I9-2I	23-20
70	-	-	I5	I5	50	3	I,79	I,25	30,5	I9,5	I6-I7	I8-I9
70	-	-	30	-	50	2	I,84	I,27	32,I	I7,2	I4-I5	I7-I8
50	-	-	25	25	50	3	I,77	I,25	32,7	I9,0	I5,5-I6,5	I7-I8
60	-	20	20	-	50	3	I,85	I,26	33,8	20,8	I7-I8	20-22
40	40	-	-	20	50	3	I,75	I,25	29,8	20,7	I7-I8	20-22
40	40	-	20	-	50	3	I,85	I,27	29,8	I9,I	I5,5-I6,5	I7-I8,5
35	35	-	30	-	50	3	I,89	I,28	29,5	I6,4	I2,5-I4,5	I5,5-I6,5
60	-	-	-	40[x)]	50	2	I,75	-	-	I8,3	I6-I7	I7-I8,5

Примечание: x) - золошлаки ГРЭС

2.5. Рекомендуемые шихты для закладки под охраняемыми объектами в Центральном районе Донбасса

Анализ результатов испытаний различного рода шихт, которые приведены в табл. 2.3, показывает, что для Центрального района Донбасса можно ограничиться составами из трех-четырех компонентов, в качестве которых могут применяться шахтная порода, порода шахтных отвалов, перегоревшая и неперегоревшая, золошлаки ГРЭС, доменный гранулированный шлак и песок. Причем песок и гранулированный шлак должны применяться в сочетании с шахтной породой только в тех случаях, когда это действительно необходимо, поскольку эти материалы являются дефицитными и их запасы ограничены.

Необходимо широко использовать шахтные породы крупностью 0–25 мм или даже 0–15 мм, которые образуют более плотные массивы при их намыве гидравлическим способом или укладкой самотеком, взамен шихт, что значительно упрощает технологию ведения закладочных работ.

Для различных условий охраны подрабатываемых сооружений были рекомендованы закладочные материалы и закладочные шихты. При этом учитывались категория подрабатываемых сооружений, наличие запасов, технико-экономическая оценка затрат и транспортные расходы. Необходимая потребность материалов по его видам приведена в табл. 2.4.

Таблица 2.4

Производственные объединения	Потребность, тыс.т			
	в шахтной породе и породе шахтных отвалов	в песке	в гранулированных шлаках	в золошлаках ГРЭС
"Артемуголь"	176295	1665	890	–
"Орджоникидзеуголь"	35360	1155	825	660
Итого по району	211655	2820	1815	660

Из табл. 2.4 видно, что возведение закладочных массивов в основном удовлетворяется за счет местных материалов – шахтных пород и пород шахтных отвалов. Массивы из малоскимаемых шихт должны возводиться выборочно, на отдельных площадях, под объекта-

ми, для охраны которых нужны особые мероприятия. К таким объектам могут относиться коксовые батареи, доменные печи, кислородно-конверторные цехи, кислородные станции, длинные вращающиеся обжиговые печи и другие особые объекты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок в Донецком угольном бассейне. М., Минуглепром СССР, 1972.

2. Гидравлическая закладка выработанного пространства на угольных шахтах. М., "Недра", 1975.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Введение 3

I. Рекомендуемые параметры закладочных работ и массива для охраны подрабатываемых сооружений, управления горным давлением и снижения выбросоопасности пластов 4

I.I. Определение величины смещения кровли очистной выработки в зависимости от допустимых деформаций охраняемых объектов на поверхности 5

I.2. Уточнение содержания нормируемых параметров закладочных работ и заложенного массива 7

I.3. Рекомендуемые системы разработки, виды применяемой закладки и параметры закладочных работ для охраны сооружений, снижения выбросоопасности и управления горным давлением II

I.4. Контроль за качеством закладочных работ I8

2. Закладочные материалы I8

2.I. Потребность в закладочных материалах I8

2.2. Исследование закладочных материалов 20

2.3. Подбор закладочных шихт. Характеристика исходных материалов 22

2.4. Результаты исследования малосжимаемых шихт 24

2.5. Рекомендуемые шихты для закладки под охраняемыми объектами в Центральном районе Донбасса 27

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ ПАРАМЕТРОВ ЗАКЛАДОЧНОГО МАССИВА И ЗАКЛАДОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОТРАБОТКИ ПЛАСТОВ ПОД ОХРАНЯЕМЫМИ ОБЪЕКТАМИ В ЦЕНТРАЛЬНОМ РАЙОНЕ ДОНБАССА

Редактор Л.П.Петрамович

Т-22152 Тираж 500 Цена 15 коп. Изд. № 8358 Заказ № 257

Типография Института горного дела им. А.А.Скочинского

Подписано к печати 28/12 1979 г.

gost.e-ecolog.ru