Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. LXVII, вып. 1, 1975 г.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ МОЩНЫХ ПОЛОГИХ ПЛАСТОВ НАКЛОННЫМИ СЛОЯМИ

Доктор техн. наук *Е. Я. Махно*
(Ленинградский горный ин-т)

Мощные пологие пласты в СССР и за рубежом разрабатываются главным образом наклонными слоями с обрушением кровли. При этой системе разработки стоечная крепь в очистных забоях позволяет укладывать в каждом верхнем слое деревянный настил или металлическую сетку, что исключает потери угля по мощности пласта и обеспечивает высокую полноту выемки. Но применение стоечной крепи требует значительных затрат, тяжелого ручного труда и снижает производственные возможности системы, которая в таком виде не может удовлетворять требованиям текущего периода.

Опыт разработки пластов средней мощности выемочными комплексами дал положительный результат, что позволило широко применять их и при выемке наклонных слоев. Это обеспечило высокий уровень механизации очистных работ и значительно повысило технико-экономические показатели разработки. Последнему способствовали характерная для мощных пластов высокая концентрация горных работ, значительная толщина слоев, а также хорошая обрушаемость кровли при выемке второго и всех последующих слоев.

Но применение комплексов, предназначенных для отработки пластов средней мощности, исключает возможность настилки обычной предварительной крепи. Поэтому между слоями стали оставлять пачки угля толщиной 0,5—0,8 *м*, вследствие чего появляются дополнительные потери угля по мощности пласта в размере 10—15%. Запасы угля в оставляемых пачках относятся к категории готовых к выемке; экономический ущерб от этих потерь составит 0,20—0,35 руб/*т*, или 200—350 тыс. руб. на 1 млн. *т* добычи*. Вопрос о снижении указанных потерь требует безотлагательного решения. Это можно сделать двумя способами: 1) применением предварительной крепи, удовлетворяющей условиям комплексно-механизированной отработки слоев; 2) выпуском угля из оставленных пачек при отработке нижнего слоя.

При отработке слоев выемочными комплексами в качестве предварительной крепи можно применять проволочную сетку. Однако вопросы выбора ее конструкции и способов настилки достаточно сложны и требуют специальных решений. Необходимо также изменить конструкцию секций крепи и режим работы комплекса так, чтобы обеспечить меха-

* В. А. Карабак. Экономическая оценка потерь угля при подземной разработке в Кузбассе. Уголь, 1968, № 12.

ническую настилку и нормальные условия работы сетки. Одна из возможных схем отработки слоев с применением предварительной крепи приведена на рис. 1. Верхний слой вынимается комплексом с крепью поддерживающего типа, а второй и все последующие слои — с крепью оградительно-поддерживающего или оградительного типов.

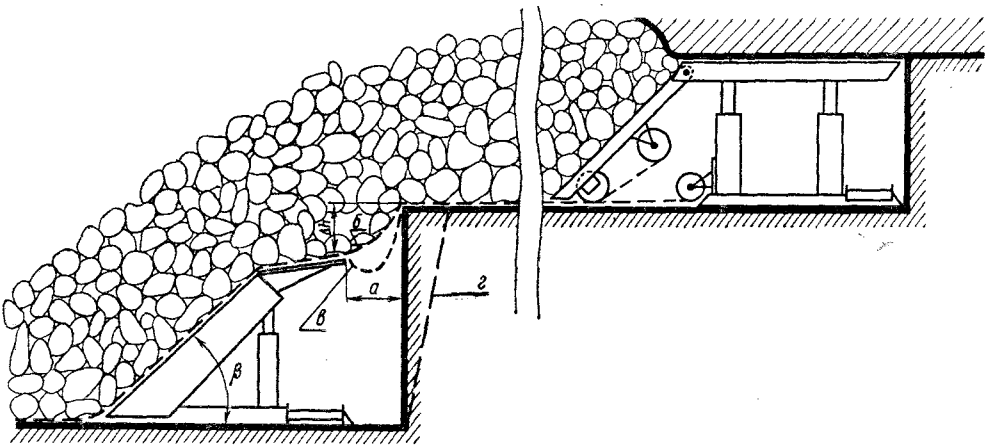


Рис. 1. Схема отработки слоев с применением предварительной крепи

Предварительная крепь состоит из двух или трех слоев обычной тканой или панцирной проволочной сетки в виде полос шириной 1—2 *м*, уложенных параллельно на расстоянии 50—100 *мм* друг от друга, при этом полосы верхнего слоя перекрывают полосы нижнего (рис. 2, *а*).

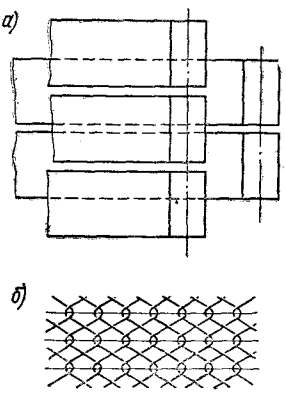


Рис. 2. Расположение полос сетки при монтаже предварительной крепи

Полосы сетки намотаны на бобины, укрепленные в задней части секций (см. рис. 1). Задние стенки секций располагаются наклонно, вверху они шарнирно соединены с перекрытием, а внизу к ним прикреплены катки, которыми они опираются на почву забоя (рис. 1). Во время перемещения комплекса полосы сетки автоматически сматываются с бобин и укладываются на почву в требуемом порядке, а перекатывающиеся по сетке катки сжимают ее полосы, образуя сплошное гибкое перекрытие, чему в значительной степени способствует неровная поверхность панцирной сетки. В процессе передвижения комплекса сетка, перемещаясь по наклонной задней стенке секции, растягивается на величину, определяемую углом β наклона задней стенки крепи к почве забоя.

По конструктивным соображениям, а также для уменьшения сдирающих нагрузок на сетку угол β следует принимать 40—45°. Из опыта известно, что тканая проволочная сетка, уложенная на почву слоя, допускает удлинение не более чем на 15—20%, которое имеет место при β=30—35°. Поэтому гибкое перекрытие из тканой сетки допустимо при разделении пласта только на два слоя. При большем количестве слоев сетка должна настилаться на каждом из них, что значительно увеличит затраты. Перекрытие из панцирной сетки допускает удлинение на 55—60% от первоначальной длины, это может привести к чрезмерному провисанию его в пространстве между забоем и крепью (по-

ложение *в* на рис. 1). Уменьшить провисание можно посредством армирования сетки отрезками проволоки длиной 2—3 *м*, расположенными вдоль полос на одинаковом расстоянии друг от друга (см. рис. 2, *б*). При этом стыки проволок рассредоточиваются равномерно по длине провисающей части так, чтобы в любом сечении в работе находилось не менее 65—75% всех проволок. Наличие этих отрезков проволоки определяет необходимую прочность сетки в продольном направлении, сохраняя ее способность значительно растягиваться в поперечном. Такое армирование панцирной сетки обеспечит возможность удлинения перекрытия на 30—40%, что соответствует углу наклона задней стенки крепи 40—45°. При этом растягивающее усилие должно быть меньше разрывного, но больше усилия, действующего на продольные проволоки в зоне провисания перекрытия. Указанное перекрытие может быть использовано для отработки двух слоев, что уменьшит затраты на предварительную крепь в два раза. Крепь передвигается посекционно или одновременно по всей длине забоя. В первом случае секции смещаются относительно друг друга по высоте, что перегибает перекрытие в поперечном направлении. Для исключения возможных разрывов сетки шаг перемещения секций следует принимать возможно меньшим (0,3—0,4 м), а перекрытия крепи должны быть гладкими и по бокам несколько загнутыми внутрь. При одновременном передвижении всех секций эти затруднения исключаются, но при применении раздвижной крепи возникает опасность «потери» высоты ее при каждой передвижке комплекса.

Для нормального перемещения комплекса необходимо, чтобы провисающая между забоем и крепью часть перекрытия располагалась выше крепи (положение *б* на рис. 1). В противном случае (положение *в* на рис. 1) передвижение комплекса будет затруднено, а при жесткой крепи может оказаться невозможным. Для исключения указанных трудностей высота крепи должна быть меньше толщины слоя на величину Δh, которая определяется длиной пролета a провисающей части перекрытия (см. рис. 1). Как показали лабораторные исследования, при наличии жесткой крепи оградительного типа минимальное значение Δh должно быть равным a и может быть несколько уменьшено при раздвижной крепи. В обоих случаях отработка верхней части забоя комбайном будет затруднена, а при наличии отжима угля, когда забой примет наклонное положение (положение *г* на рис. 1), эти трудности будут еще бо́льшими. Вышесказанное справедливо как для перекрытий из панцирной, так и из тканой сетки.

Указанные трудности могут быть снижены за счет уменьшения ширины захвата комбайна до 0,3—0,4 *м*, но это повысит удельный вес непроизводительных операций и будет способствовать снижению эффективности разработки. В этом отношении наиболее рационально применение струговой выемки при наклонном расположении забоя и удлиненных верхняках секций крепи.

При разработке пластов двумя слоями затраты на перекрытие не превышают экономического ущерба от оставления пачек угля, при увеличении количества слоев и настилке сетки в каждом из них эти расходы значительно возрастают и превышают ущерб от потерь, при настилке сетки только в верхнем слое, они уменьшаются с увеличением количества слоев (таблица). Следовательно, настилка сетки в каждом слое экономически эффективна только при разработке пласта двумя слоями. При разработке тремя и более слоями следует вынимать все нижние слои под общим перекрытием. Практически это возможно лишь при условии сохранения прочности перекрытия в течение срока отработки всех слоев, для чего необходимо повысить интенсивность выемки пласта и применить антикоррозионные покрытия. В этом отно-

Дополнительные затраты, связанные с применением предварительной крепи

Мощность пласта, *м*	Количество слоев	Затраты на предварительную крепь			
		при настилке в каждом слое, кроме нижнего		при настилке только в верхнем слое	
		руб./*м*²	руб./*т*	руб./*м*²	руб./*т*
5—6	2	1,8	0,28—0,23	1,8	0,28—0,23
8—9	3	3,6	0,35—0,30	1,8	0,17—0,15
10—12	4	5,4	0,42—0,35	1,8	0,14—0,12
15—18	6	9,0	0,46—0,38	—	—

Примечание. Предварительная крепь из оцинкованной проволочной сетки с разрывной прочностью 5 *т/м*.

шении весьма перспективными могут стать достаточно дешевые перекрытия из синтетических материалов.

Таким образом, использование при выемке наклонных слоев комплексов, предназначенных для пластов средней мощности, усложняет применение предварительной крепи. Необходимо создать новые комплексы, специально предназначенные для отработки наклонных слоев, и в первую очередь для тех случаев разработки, когда наблюдается значительный отжим угля в забое, который требуется располагать наклонно.

Более простым способом уменьшения потерь угля при разработке мощных пластов наклонными слоями является временное оставление между ними угольных пачек в качестве предварительной крепи с выпуском угля из них при отработке нижнего слоя (рис. 3). В этом случае все верхние слои отрабатываются обычными комплексами, применяемыми для выемки пластов средней мощности (КМ-87, КМ-81, ОКД и др.). Нижний слой отрабатывается комплексом с крепью оградитель-

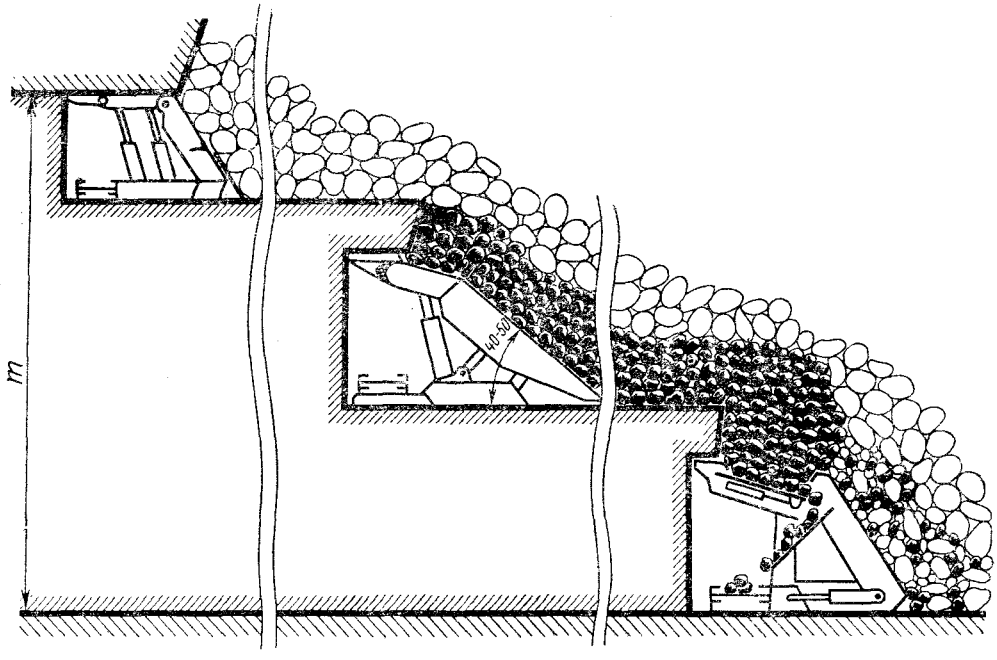


Рис. 3. Схема отработки слоев при временном оставлении между ними пачек угля в качестве предохранительной крепи

ного или поддерживающего типа, перекрытие которой снабжено выпускным устройством (например, КТУ).

Чтобы сократить потери, толщину оставляемых пачек угля обычно стремятся довести до минимально допустимого предела (0,5—0,8 *м*), что уменьшает надежность технологического процесса, требует большой осторожности при ведении горных работ в очистном забое и тем самым снижает производительность и безопасность труда горнорабочих. В рассматриваемом случае предусматривается выпуск угля из оставленных пачек, поэтому их толщина принимается больше предельно допустимой (1,0—1,2 *м*). Это увеличивает надежность технологии, повышает уверенность горнорабочих при выполнении отдельных операций и способствует повышению производительности и безопасности труда. Слои отрабатываются в нисходящем порядке с обрушением кровли. В пределах одного столба могут одновременно отрабатываться два-три слоя, что обеспечивает высокую интенсивность отработки пласта и исключает возможность самовозгорания угля.

При отработке второго и последующих слоев расположенные над ними угольные пачки будут обрушаться и весь уголь расположится в кровле нижнего слоя, откуда будет выпускаться на забойный конвейер (рис. 3). Поэтому основными условиями эффективности этого варианта разработки являются: исключение перемешивания угля с породой в процессе обрушения оставленных пачек и обеспечение выпуска угля с минимальными потерями и разубоживанием.

Для решения этих вопросов в Ленинградском горном институте выполнены специальные исследования на моделях, которые показали, что перемешивание угля с породой практически может быть полностью исключено при наклонном (40—50°) расположении задних стенок механизированной крепи комплексов во всех промежуточных слоях. В процессе отработки слоя наклонная стенка крепи завалена, поэтому каждая последующая отвалившаяся порция угля плавно опускается на крепь и при передвижении ее постепенно перемещается на почву слоя (рис. 4). Лабораторные исследования при углах наклона задней стенки крепи 40, 50 и 60° показали, что верхний предел наклона не должен превышать 50°.

Наклонное расположение задней стенки крепи целесообразно и в верхнем слое, это обеспечит разрушение обрушающейся породы на более крупные куски и тем самым уменьшит возможность засорения угля мелкими кусками породы. Этому же будет содействовать и уменьшение толщины верхнего слоя.

Следует отметить, что ограниченная высота совместного опускания породы и угля при выпуске практически исключает сколько-нибудь значительное засорение угля породной мелочью. Такого рода засорение полностью исключается при «породонепроницаемом» слое угля, в котором все свободное пространство между крупными кусками заполнено более мелкими.

Гранулометрические составы «породонепроницаемого» слоя обрушенного угля по данным лабораторных исследований следующие:

Размер кусков, *мм*	0—50	50—100	100—200	Более 200
Удельный вес фракций, %	35—40	30—20	25	10—15

При обрушении некрепкого или трещиноватого кливажистого угля необходимая степень дробления достигается за счет естественного его разрушения под влиянием собственного веса и давления выше расположенной породы. При более крепком угле необходимы взрывные работы. На газовых шахтах в этих условиях удобно использовать бес-

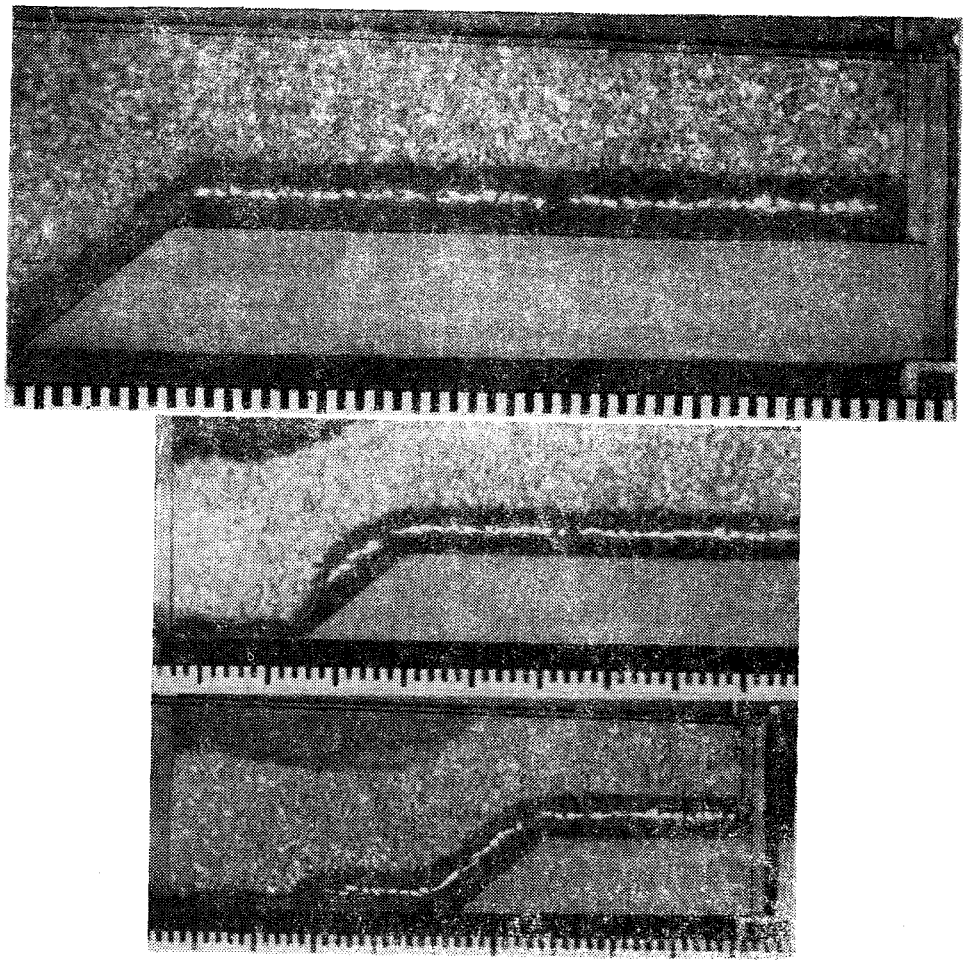


Рис. 4. Последовательность опускания пачки угля *Б* при отработке нижерасположенного слоя *А*

пламенное взрывание (сжатым воздухом), обеспечивающее высокую степень безопасности работ.

Небольшая толщина подлежащих обрушению слоев позволяет разрушать уголь механическим способом, используя для этого известные машины типа гидравлического буроотбойника. Размеры выпускных отверстий следует принимать возможно бо́льшими, что обеспечит более равномерное перемещение выгружаемого угля и увеличит коэффициент извлечения. Поэтому в комплексах необходимо предусматривать выпускные отверстия на всю ширину секций. В этом случае они составят как бы одно общее выпускное отверстие по всей длине очистного забоя, что, согласно лабораторным исследованиям, повысит извлечение угля на 20—30%.

При отсутствии гибкого перекрытия, отделяющего обрушенную породу от угля, существующие выпускные устройства (КТУ) с шиберным затвором люка не обеспечивают достаточно высокую степень извлечения угля. Целесообразнее применить для выпуска угля из оставленных пачек поршневое выпускное устройство (ВУП) с управляемым перемещением угля, предложенное автором совместно с Б. А. Ивановым, при котором коэффициент извлечения угля при выпуске пачек по

данным лабораторных исследований составляет 0,85—0,90. Это снизит потери угля по мощности пласта с 10—15 до 1—2%.

Вариант разработки мощных пластов наклонными слоями с временным оставлением пачек угля между ними может обеспечить производительную и экономическую разработку с минимальными потерями полезного ископаемого, так как затраты на выпуск угля не превышают затраты на выемку его комбайном. До накопления достаточного опыта область применения этого варианта разработки следует ограничить пластами мощностью 9—12 *м* с разделением их на три слоя, а также пластами мощностью более 6 и менее 9 *м* с отработкой двумя слоями и временно оставляемой между ними пачкой угля толщиной 1,5—2,5 *м*.