

Изобретение относится к горному делу и может быть использовано при развороте механизированного комплекса на тонких и средней мощности пластах при неустойчивой кровле на больших глубинах.

Известен способ разворота механизированного комплекса [Peng E.S., Chiang H.S. Longwall mining. 1984, New York, p. 568, fig 11.6.2., p. 569, fig 11.6.4.], содержащий разворот лавы относительно неподвижной точки (центра разворота).

При подходе лавы к концу выемочного столба конец лавы у сопряжения с вентиляционным штреком останавливается, а противоположный конец лавы перемещается по окружности вокруг центра разворота, при этом лазерным лучом контролируется прямолинейность забоя.

Недостатком данного способа является низкая надежность очистных работ из-за того, что не учтено увеличение количества вывалов пород кровли на участке лавы в окрестности центра разворота. Очистные работы на этом участке сопровождаются незначительным продвижением линии очистного забоя и поэтому при использовании механизированных секций крепи один и тот же участок кровли испытывает разнопеременные нагрузки. В результате этого трещиноватость пород кровли резко возрастает, что приводит к увеличению количества вывалов,

Кроме того, не учтено отрицательное воздействие повышенного горного давления, которое возникает в краевой части массива угля у центра разворота при взаимодействии смежных зон опорных давлений.

Известен способ разворота механизированного комплекса [Авт. св. № 578457, кл. Е 21 С 41/00 (Е 21 D 23/00), опублик. 1974].

Сущность способа, включающего проведение обводной выработки и разворот механизированного комплекса, заключается в следующем: на время разворота группу секций механизированной крепи у центра разворота демонтируют, а кровлю на этом участке поддерживают индивидуальными призабойной и посадочной крепями. После разворота демонтированные секции устанавливаются вновь.

Недостатком способа по авт. св. № 578457 является низкая надежность очистных работ из-за того, что не определена длина участка лавы, на которой механизированную крепь временно заменяют индивидуальной.

Вместе с тем длина этого участка оказывает существенное влияние на надежность работ, а следовательно, на трудоемкость работ в целом, а именно: при небольшой длине данного участка отрицательные последствия отжима угля и вывалов породы не устраняются полностью, при значительных размерах этого участка вывалы породы и отжим угля удается существенно уменьшить за счет отсутствия знакопеременных нагрузок на кровлю в окрестности центра разворота. Однако с увеличением длины данного участка растет трудоемкость замены механизированных крепей индивидуальной и наоборот.

Таким образом, необходимо знать оптимальную длину участка, на которой необходима замена крепи.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату к заявляемому изобретению является способ разворота механизированного комплекса [Федунец Б.И., Симонов В.М. Эффективность отработки пологих пластов. — М.: Недра, 1982, с. 45-46].

Способ содержит проведение обводной выработки, разделение лавы на основной участок и участок, примыкающий к центру разворота. Управление кровлей на основном участке осуществляется механизированной крепью, а на примыкающем к центру разворота индивидуальной крепью. При этом секции механизированной крепи на участке, примыкающем к центру разворота, на время разворота заменяют индивидуальными, а после разворота устанавливают вновь. Причем, длину участка, примыкающего к центру разворота, определяют по зависимости

$$l_x = \frac{l \cdot v_{\min}}{2v_{\text{ср}}}, \text{ м}$$

где  $l$  - длина лавы, м;

$v_{\min}$  ~ минимально допустимая скорость продвижения лавы, м/сут;

$v_{\text{ср}}$  - средняя скорость продвижения лавы во время разворота, м/сут.

Этот способ принимается в качестве прототипа.

Способ реализуется следующим образом: при подходе лавы к точке разворота заранее проходят обводную выработку, разделяют лаву на основной участок и участок, примыкающий к центру разворота, длину которого определяют по формуле

$$l_x = \frac{l \cdot v_{\min}}{2v_{\text{ср}}}, \text{ м}$$

где  $l$  - длина лавы, м;

$v_{\min}$  ~ минимально допустимая скорость продвижения лавы, м;

$v_{\text{ср}}$  ~ средняя скорость продвижения лавы во время разворота.

На время разворота комплекса механизированная крепь на участке, примыкающем к центру разворота, демонтируют и устанавливают индивидуальную крепь. После окончания разворота механизированная крепь возвращается на место.

Недостатком данного способа является низкая надежность очистных работ из-за недостаточной точности определения длины участка, на котором механизированная крепь заменяют на индивидуальную, а именно: не учитывается ряд факторов, существенно влияющих на определение длины этого участка. Неточность определения длины этого участка приводит к увеличению трудоемкости очистных работ, а именно: чем меньше длина участка, тем больше количество вывалов пород кровли, а следовательно уменьшается надежность очистных работ, чем больше длина участка, тем больше затраты на демонтаж, монтаж секций механизированной и индивидуальной крепи. Следовательно доказана необходимость более точного определения оптимальной длины участка, примыкающего к центру разворота. При определении оптимальной длины данного участка необходимо учитывать два момента: с ростом горного давления в окрестности центра

разворота количество вывалов пород кровли увеличивается, с другой стороны, чем прочнее породы кровли и чем больше мощность непосредственной кровли тем вероятность вывалов пород кровли и отжима угля меньше.

На величину горного давления влияют такие факторы как глубина разработки, мощность пласта, а также угол между линией очистного забоя и линией ранее выработанного пространства.

Задача настоящего изобретения - повышение надежности очистных работ во время разворота комплекса за счет уменьшения количества вывалов и отжима угля на участке, примыкающим к центру разворота лавы.

Поставленная задача достигается тем, что в известном способе разворота, включающем проведение обводной выработки, разделение лавы на основной участок и участок, примыкающий к центру разворота усиление кровли в очистном забое на примыкающем к центру разворота участка, определяют угол «у центра разворота между линией очистного забоя и границей ранее выработанного пространства, а длину  $l_x$  участка лавы, примыкающего к центру разворота определяют из условий:

$$\text{при } \alpha \geq 125^\circ l_x = \frac{k \cdot \sqrt{m \cdot H}}{h \cdot R}, \text{ м}$$

где  $k$  - коэффициент, МПа/сут ( $k = 29$ );

$m$  - мощность пласта, м;

$H$  - глубина разработки, м;

$h$  - мощность непосредственной кровли, м;

$R$  - прочность непосредственной кровли на одноосное сжатие, МПа;

$$\text{при } \alpha < 125^\circ l_x = \frac{k \cdot \sqrt{m \cdot H}}{n \cdot \alpha \cdot h \cdot R}, \text{ м}$$

Где  $n$  - эмпирический коэффициент, 1 /град,  $n = 0,008$ .

Физическая сущность разворота механизированного комплекса заключается в следующем: снижение трудоемкости очистных работ при развороте комплекса зависит с одной стороны, от повышения надежности очистных работ (отсутствие вывалов пород кровли, отжима угля, недопустимость посадки секций крепи на "жестко"), с другой стороны, с уменьшения затрат на управление кровлей в очистном забое.

Основным фактором, влияющим на надежность очистных работ, является устойчивость пород непосредственной кровли. Очевидно, что чем дольше породы кровли сохраняют свою прочность, тем дольше будут отсутствовать нежелательные явления.

Очевидно также, что на устойчивость пород кровли влияет величина горного давления.

Повышенное горное давление в лаве является причиной повышения трещиноватости пород кровли, а также усиленного отжима угля и обрушения разрушенных пород кровли. Вывалы кровли, увеличивающиеся с ростом давления, лишают крепь опоры, в результате чего сопротивление крепи уменьшается или же она вообще перестает поддерживать кровлю. Как следствие этого, наблюдается дальнейшее ухудшение устойчивости кровли.

С другой стороны, чем выше прочностные характеристики пород непосредственной кровли, тем более длительное время она может сохранять свою устойчивость в зоне влияния повышенного давления.

Рассмотрим факторы, влияющие на величину горного давления. К ним относятся глубина разработки и мощность пласта. Чем больше эти величины, тем выше горное давление в окрестности лавы. Кроме того, горное давление в краевой части пласта у центра разворота повышается в результате взаимодействия смежных зон опорного давления (от ранее выработанного пространства и движущейся лавы).

Причем экспериментально установлено, что как только угол между ранее выработанным пространством и движущейся лавой становится меньше  $125^\circ$ , горное давление начинает резко возрастать.

К прочностным характеристикам пород кровли относятся мощность слоя непосредственной кровли, а также ее прочность.

Наиболее сложным, с точки зрения поддержания кровли в лаве, является участок, примыкающий к центру разворота. В результате периодической разгрузки и нагрузки механизированной крепи породы кровли испытывают равнопеременные напряжения, а именно: при разгрузке крепи породы кровли испытывают растяжение, при нагрузке - сжатие.

Это приводит к повышенному трещино-образованию.

Поскольку подвигание очистного забоя у центра разворота значительно меньше, чем во всей остальной лаве, то разнопеременные напряжения испытывают практически одни и те же участки пород кровли.

Таким образом на участке, примыкающем к центру разворота, устойчивость пород кровли значительно ниже, чем в остальной лаве, а, следовательно, кровля на этом участке требует усиления.

С другой стороны, неоправданное увеличение длины участка, на котором требуется усиление кровли, приведет к увеличению трудозатрат на управление кровлей в очистном забое.

Из вышесказанного следует, что определение оптимальной длины участка, примыкающего к центру разворота, на котором породы кровли требуют усиления, имеет определяющее значение для снижения трудоемкости очистных работ при развороте механизированного комплекса.

Пример. На глубине 1070 м отрабатывается пласт мощностью 1,3 м, залегающий в породах средней устойчивости, мощность непосредственной кровли 3 м, прочность 30 МПа, проектная суточная добыча из лавы составляет 290 т/сут. Уголь добывается комбайном К101, крепь механизированная М87ДН. Сопряжение лавы и вентиляционного штрека закрепляется индивидуальной крепью.

Сущность способа поясняется чертежами, где на фиг. 1 изображен фрагмент плана горных работ, - на фиг. 2 - сечение А-А на фиг. 1; на фиг. 3 - фрагмент паспорта крепления очистного забоя; на фиг. 4 - график нарастания горного давления от наложений опорных давлений.

Способ реализуется следующим образом.

Вначале от границы 1 ранее выработанного пространства 2 проводят обводную выработку 3, разделяют лаву 4 на основной участок 5 и участок 6, примыкающий к центру разворота 7. Управление кровлей 8 в очистном забое 9 на основном участке 5 осуществляется механизированной крепью 10, а на примыкающем к центру разворота 7 участке 6 с помощью комплексного крепления: штатной механизированной крепью совместно с индивидуальным креплением, устанавливаемом дополнительно для усиления кровли.

По мере подвигания лавы 4 определяют угол  $\alpha$  между линией очистного забоя 11 и границей 1 ранее выработанного пространства 2.

Пока угол  $\alpha$  больше  $125^\circ$ , длину  $l_x$  участка 6, примыкающего к центру разворота 7, определяют из выражения

$$l_x = \frac{k \cdot \sqrt{m} \cdot H}{h \cdot R} = 29 \cdot \frac{\sqrt{1,3} \cdot 1070}{30 \cdot 3} =$$

$$= 12 \text{ м.}$$

На этом участке производят установку дополнительной усиливающей крепи в виде индивидуальных стоек, устанавливаемых между грудью забоя и механизированной секцией. Кроме того, производят на участке 6 закладку выработанного пространства с пробивкой органной крепи непосредственно за секциями механизированной крепи после каждой ее передвигки. Это повышает в 2-3 раза устойчивость кровли благодаря ее меньшему прогибу по сравнению с кровлей на основном участке 5.

Когда же угол  $\alpha$  становится меньше  $125^\circ$ , то  $l_x$  периодически через  $1^\circ$ - $2^\circ$  определяют из выражения:

$$l_x = \frac{k \cdot \sqrt{m} \cdot H}{n \cdot \alpha \cdot h \cdot R}, \text{ м}$$

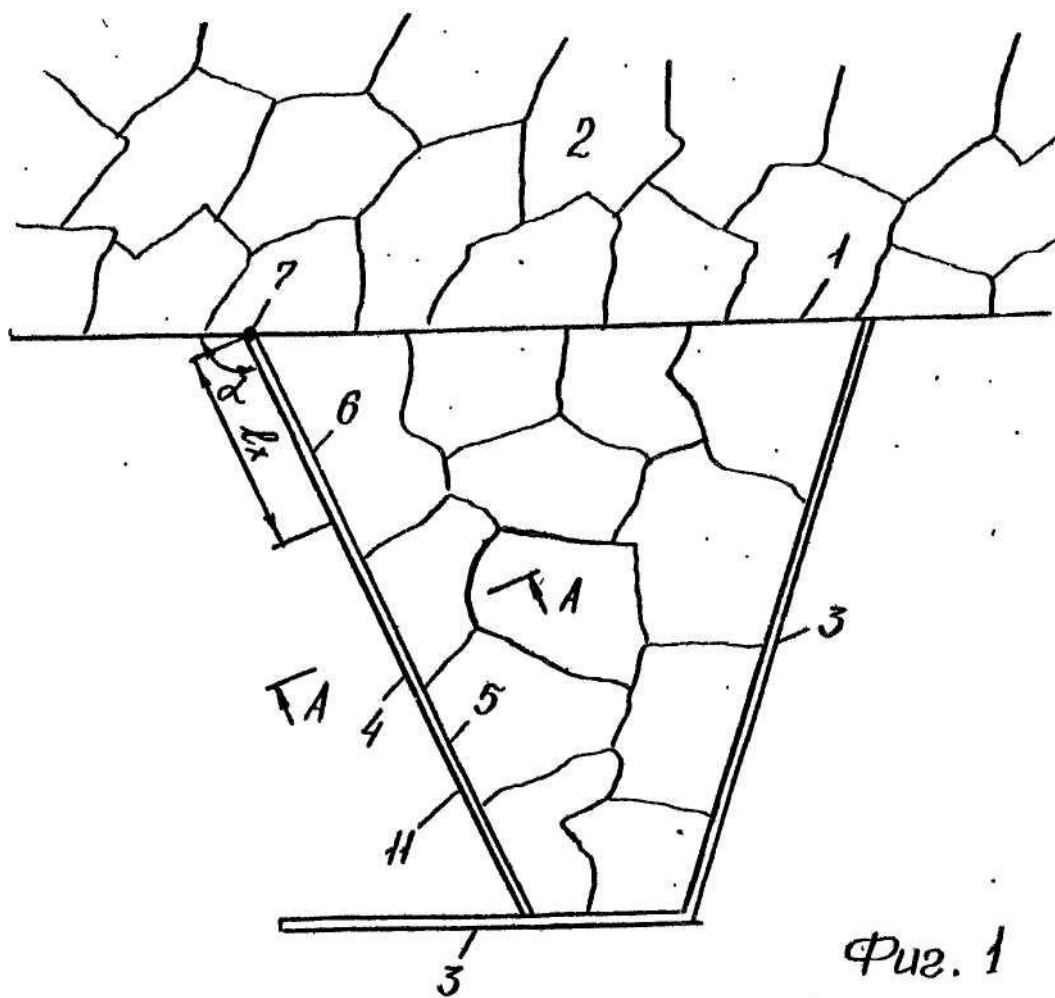
**Например: для  $\alpha = 90^\circ$**

$$l_x = \frac{29 \cdot \sqrt{1,3} \cdot 1070}{0,008 \cdot 90 \cdot 3 \cdot 30} = 16,7 \text{ м.}$$

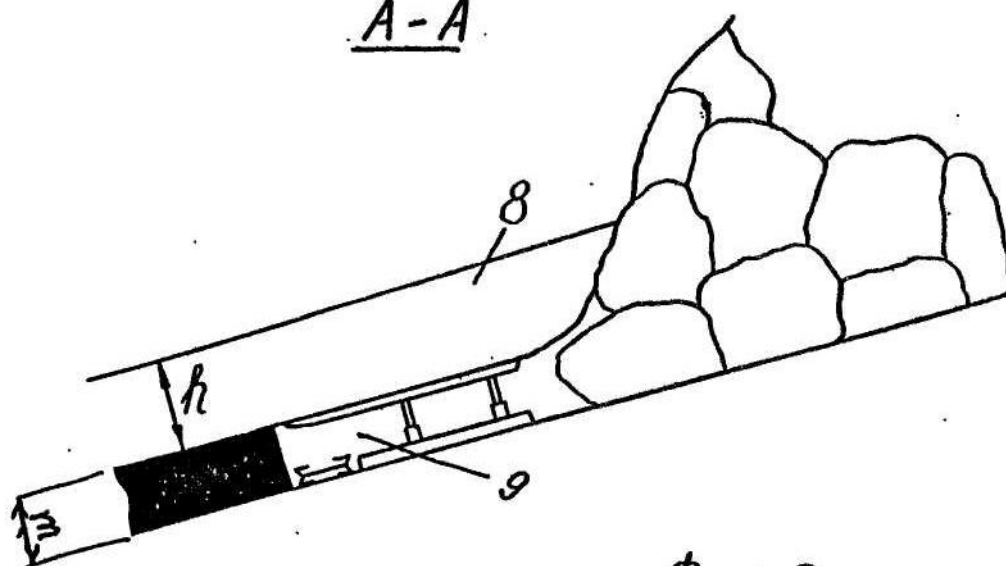
Шаг изменения угла ( $1$ - $2^\circ$ ) объясняется цикличностью сооружения охранных элементов усиления кровли.

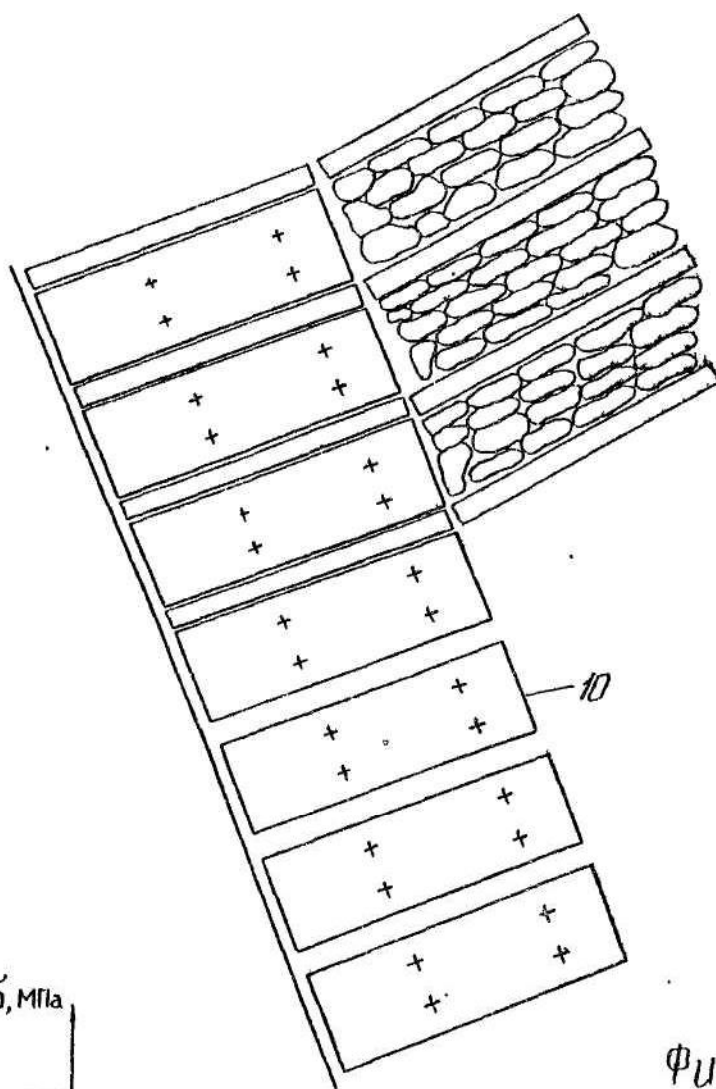
На графике фиг. 4 показан график нарастания горного давления в зоне наложения опорных давлений от ранее выработанного пространства и разворачивающейся лавы (т.е. впереди участка лавы, примыкающего к центру ее разворота). Этот график получен на основе расчетов горного давления И с учетом коррекции этих результатов по данным наблюдений проявлений горного давления в действующей лаве.

Отчетливо видно, что при развороте лавы горное давление плавно увеличивается от 2 геостатических уровней до 2,5, а после того как  $\alpha$  становится меньше  $125^\circ$ , происходит экспоненциальный рост давления и, как следствие, пропорциональный рост длины участка, примыкающего к центру разворота лавы, на котором необходимо усилить кровлю.

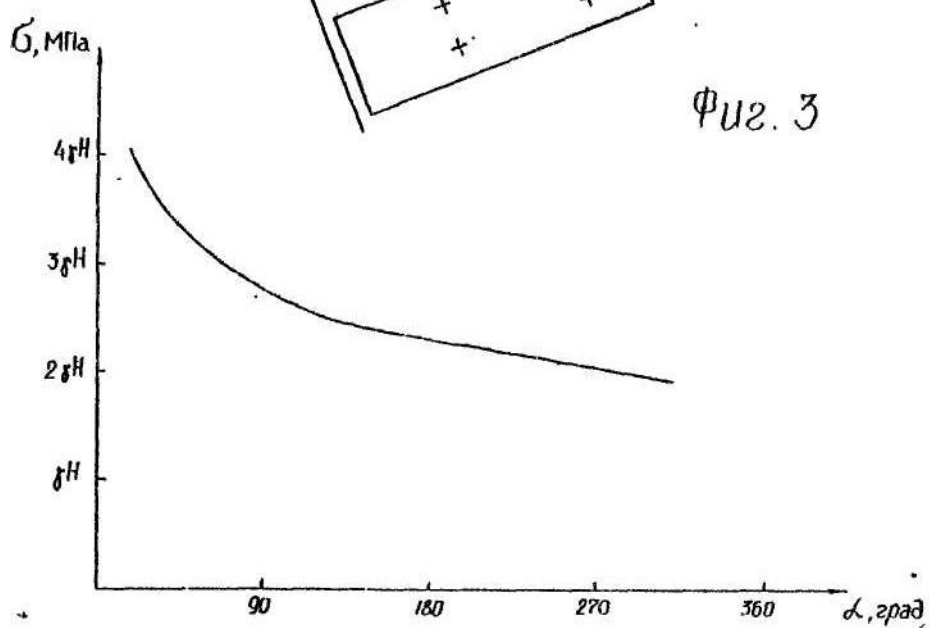


A - A





Фиг. 3



Фиг. 4