# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

## по переходу геологических нарушений механизированными комплексами на угольных шахтах Якутской АССР и Магаданской области

ЯКУТСК 1980

gost.e-ecolog.ru

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
Якутский филиал
Институт физико-технических проблем Севера
Министерство угольной промышленности СССР

*«УТВЕРЖДАЮ»*
Директор ИФТПС ЯФ СО АН СССР
член-корреспондент АН СССР
**И. В. Черский**
*24 октября 1978 г.*

*«УТВЕРЖДАЮ»*
Главный инженер Технологического управления по подземному способу добычи МУП СССР
кандидат технических наук
**Ю. П. Сморчков**
*12 декабря 1978 г.*

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

## по переходу геологических нарушений механизированными комплексами на угольных шахтах Якутской АССР и Магаданской области

Якутск
Якутский филиал СО АН СССР, 1980

УДК 622.23

В работе рассматриваются вопросы повышения эффективности применения очистных механизированных комплексов в условиях нарушенных пластов Северо-Востока СССР. Установлены основные системы пространственного расположения геологических нарушений и предложены технологические схемы их перехода механизированными комплексами. Разработана экономико-математическая модель очистной выемки, учитывающая нарушенность и позволяющая рекомендовать оптимальные параметры лав и направления выемки угля при отработке пластов, залегающих в сложных горно-геологических условиях.

Методические указания предназначены для широкого круга работников угольной промышленности.

Ответственный редактор
кандидат технических наук
В.А.Шерстов

© Якутский филиал
СО АН СССР,1980 г.

# В В Е Д Е Н И Е

В настоящее время на Северо-Востоке СССР начато техническое перевооружение шахт путем внедрения очистных механизированных комплексов. Одним из наиболее важных горно-геологических факторов, оказывающих существенное влияние на эффективность применения здесь комплексной механизации и недостаточно учитываемых при выборе параметров очистной выемки, является широко развитая в этом регионе нарушенность угольных месторождений.

Перспективы развития угольной промышленности в Якутии и Магаданской области обусловливают актуальность разработки инструкции по переходу геологических нарушений и выбору параметров очистной выемки при разработке нарушенных угольных пластов, удельный вес которых достаточно велик.

В настоящих методических указаниях изложены рекомендации по способам перехода геологических нарушений и порядку определения рациональных параметров очистной выемки, использованы результаты исследований, выполненных в Институте физико-технических проблем Севера Якутского филиала СО АН СССР.

Методические указания составлены кандидатом технических наук Ф.М.Киржнером, инженерами М.А.Викуловым, В.П.Русаковым, В.В. Шиковым при участии и под руководством доктора технических наук профессора В.Н.Скубы.

## СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ ПО СЛОЖНОСТИ ИХ ПЕРЕХОДА МЕХАНИЗИРОВАННЫМИ КОМПЛЕКСАМИ

Степень влияния разнообразных по типам геологических нарушений на эффективность комплексной механизации колеблется в широких пределах, а сложность перехода того или иного нарушения зависит от амплитуды смещения, пространственного положения, угла падения плоскости сместителя, прочностных свойств боковых пород, состояния кровли в зоне нарушения, применяемого типоразмера крепи.

Опыт работы шахт Норильского угленосного района, Якутской АССР и Магаданской области показал, что по сложности перехода нарушения типа сбросов, надвигов могут быть разбиты на три группы.

К первой группе отнесены нарушения с амплитудой $H'$, при переходе которых отсутствует необходимость в подрывке боковых пород; ко второй – нарушения с амплитудой $H''$, при переходе которых осуществляется присечка слабых пород кровли или почвы пласта исполнительным органом комбайна; к третьей – нарушения с амплитудой $H'''$, переход которых совершается с подрывкой крепких вмещающих пород БВР.

Признаком первой группы является соотношение $H' \leq m - h_{min}$,

второй – $m - h_{min} < H'' \leq m + m_c - h_{min}$,

третьей – $m + m_c - h_{min} < H'''$.

В общем виде соотношения можно записать

$$H' \leq m - h_{min} < H'' \leq m + m_c - h_{min} < H''',$$

где $H$ – амплитуда нарушения, м;

$m$ – мощность пласта, м;

$h_{min}$ – минимальная рабочая высота крепи, м;

$m_c$ – суммарная мощность слабых пород в кровле и почве пласта, м.

На месторождениях области многолетней мерзлоты в процессе ведения разведочных, подготовительных и очистных горных работ встречено большое количество разрывных нарушений, в основном сбросов, реже взбросов и надвигов [I]. Диапазон их амплитуд варьирует от нескольких дециметров до десятков метров. Как правило, нарушения с амплитудой в несколько метров прослеживаются в пределах угольного пласта. Нарушения с амплитудой менее 0,5 м не выходят за пределы одного выемочного столба.

Разрывные нарушения второй и третьей групп (по амплитудам) прослеживаются в пределах всей угленосной толщи. Они имеют в основном северо-западное простирание и, реже,- северо-восточное (рис.I). По углам наклона плоскости смесителя нарушения

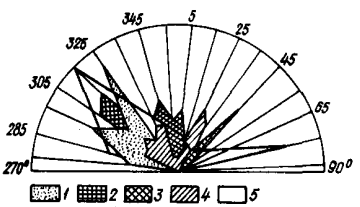



Рис.I. Розы-диаграммы нарушений угольных пластов месторождений Северо-Востока:

I,2,3,4 – соответственно шахты "Беринговская" (амплитуда смещения $H$ = 0,5÷3,5 м), "Анадырская" ( $H$ = I,5÷3,5 м), "Сангарская" ( $H$ = 0,5÷2,5 м), "Чульманская" ( $H$ = 0,3÷I,5 м); 5 – шахты Норильского угленосного района ( $H$ = 0,3÷3,I м)

могут быть разделены на вертикальные (углы падения от 85 до 90°), крутопадающие (от 45 до 85°) и пологие (от I0 до 45°).

Для выявления наиболее общих систем нарушений построена круговая диаграмма, которая позволила сделать следующие выводы.

I. На месторождениях Северо-Востока СССР наблюдается восемь систем разрывов.

2. Наибольшее распространение имеют нарушения с азимутами падения на северо-восток 40-60°, юго-запад 200-220° и северо-запад 300-320°, с крутопадающими углами падения плоскостей смесителя.

3. Наиболее крупными по амплитудам смещения являются вторая и третья группы нарушений.

В зоне дробления пород плоскости сместителя чаще всего заполнены перемятым углем, глиной, реже кристаллическим полупрозрачным кальцитом. Ширина зоны смещения в условиях многолетней мерзлоты обычно измеряется сантиметрами, а зоны дробления - 0,5 ÷ 2 м.

Кроме разрывных нарушений угольных пластов на месторождениях Севера существуют и неразрывные, такие как замещения угля породами, размывы, пережимы и раздувы пластов, интрузии в пласт и т.п.

В зоне размыва уголь, как правило, замещен песчаниками, алевролитами и конгломератовидными песчаниками.

Интрузивные тела широко распространены на шахтах Норильского угленосного района и представлены пологосекущими интрузиями и крутопадающими дайками. Угольные пласты в районе крупных интрузий не отрабатываются.

Дайки имеют мощность от нескольких сантиметров до 7–10 м. и протяженность до 1,5–4 км. Установлено, что дайки на нижележащих пластах имеют большую мощность.

При классификации даек применительно к переходу их комплексами важное значение имеет определение параметров околодайковых зон угля, пригодных и непригодных для эксплуатации вследствие метаморфизма полезного ископаемого. Наиболее существенными показателями, характеризующими изменение качества и свойств углей, являются: зольность ($A^c$), выход летучих ($V^c$), теплота сгорания ($Q_s$), содержание углерода ($C$), плотность ($\gamma$), отражательная способность ($R^o_{max}$), микротвердость ($H_м$) и дополнительный показатель - двуокись углерода ($K_y$).

Значения всех показателей по мере приближения к дайке увеличиваются, за исключением выхода летучих и теплоты сгорания, которые уменьшаются.

По степени сложности дайки делятся на простые и сложные (состоящие из системы даек).

Ширина зон измененного угля зависит от мощности дайки или системы. У даек первого типа ширина этой зоны в 1,5 раза превышает мощность самой дайки, у даек второго - ширина измененной зоны в 2 раза превышает мощность крайней дайки (из самой системы даек), непосредственно с ней контактирующей.

В случае пересечения пластов дайками вокруг последних образуются зоны приконтактовых изменений, состоящие из двух подзон:

а) подзоны интенсивно метаморфизованного угля шириной до 0,5-0,7 м, окружающей дайку и не подлежащей эксплуатации;

б) подзоны измененного угля шириной, равной I,5-2 м мощности дайки, подлежащей эксплуатации с учетом целевого назначения добытого здесь угля.

Дайки сложного строения, имеющие апофизы в почве или кровле пласта, оказывают одинаковое влияние на качество и свойство угля. Зона изменения угля в этих случаях охватывает практически всю мощность пласта. Наличие таких апофиз является основным показателем, определяющим ширину зоны изменений угля в пластах, пересекаемых сложной системой даек.

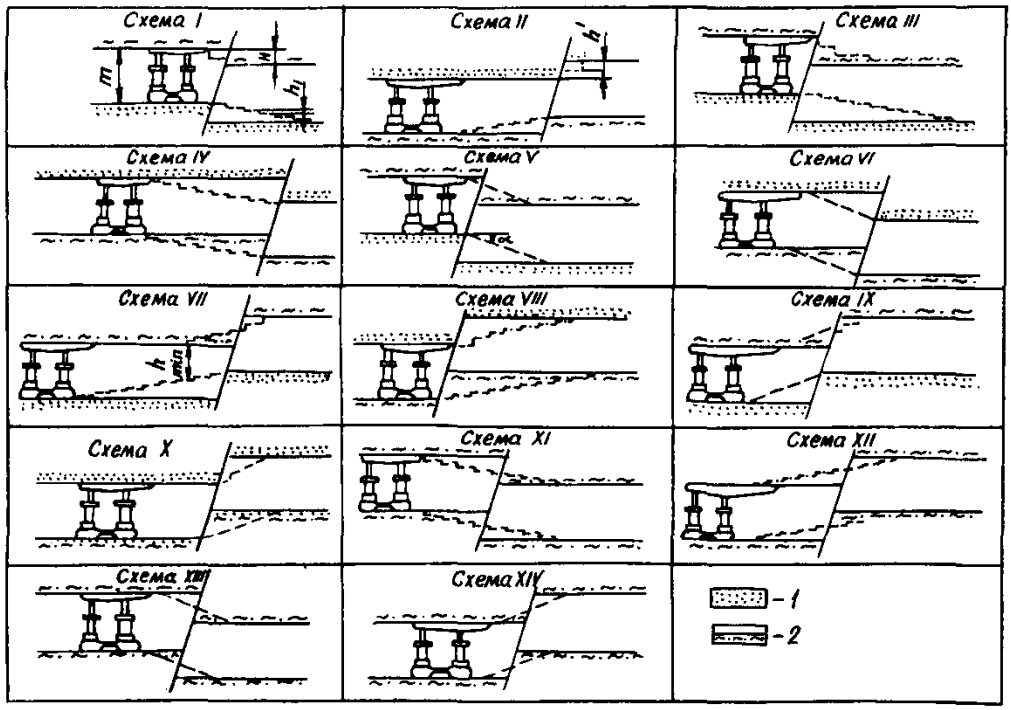
Основными критериями оценки сложности перехода всех типов нарушений лавами являются физико-механические свойства вмещающих пород и объем работы по породе.

## ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕХОДА НАРУШЕНИЙ И ОЧИСТНОЙ ВЫЕМКИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

### Технология перехода нарушений

Опыт работы шахт Севера показал, что разработка нарушенных пластов механизированными комплексами затруднена, так как перемонтаж комплекса здесь требует значительных трудовых и материальных затрат, которые колеблются в зависимости от длины лавы и длины транспортирования узлов и элементов комплекса в пределах 20-40 тыс.руб. Поэтому решение вопроса снижения количества перемонтажей в выемочном столбе на нарушенных пластах является актуальным. Возможны три варианта отработки шахтных полей без перемонтажа комплекса в пределах выемочных столбов: первый - расположение столбов таким образом (по падению или простиранию пласта), чтобы их не пересекали крупные геологические нарушения, переход которых экономически нецелесообразен, т.е. вдоль нарушений; второй - применение технологических схем и мероприятий, позволяющих осуществлять переход геологических нарушений без перемонтажа; третий, наиболее рациональный, - комбинированный вариант, при котором столбы, подлежащие отработке,

*а) при $H < m$*




*б) при $H > m$*

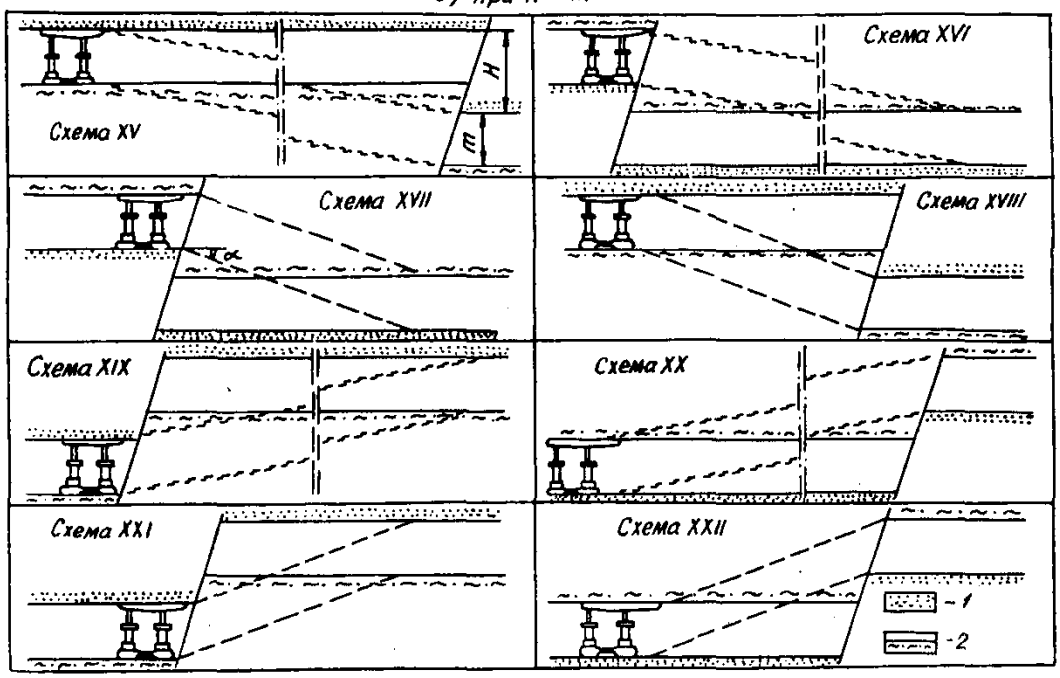


Рис.2. Технологические схемы перехода комплексами геологических нарушений:

$m$ – мощность пласта; $H$ – амплитуда сброса; $h'$ – высота ступени по верхней пачке; $h_1$ – высота ступени по нижней пачке; $h_{min}$ – минимальная раздвижность гидростойки крепи; $\alpha$ – угол наклона секции крепи. I – песчаник; 2 – аргиллит

---

располагаются вдоль крупных нарушений, переход которых явно нецелесообразен; для перехода менее крупных нарушений применяются технологические схемы и специальные мероприятия.

Опыт работы и проведенные исследования показали, что переход встречающихся нарушений осуществляется без особых осложнений, если их амплитуда не уменьшает мощность пласта на величину, меньшую минимальной высоты крепи. Сложнее производить переход, если мощность пласта меньше минимальной рабочей высоты крепи, так как в этом случае необходимы подрывка и присечка пород кровли или почвы пластов или кровли и почвы (в зависимости от крепости пород) до необходимой высоты. При этом объем подрываемых пород ( $Q_п$ $м^3$) и соответственно зольность добываемой горной массы в зоне нарушения зависят от способа, а также от принятой технологической схемы его перехода и определяются по формулам, приведенным в табл.I. В процессе отработки нарушенных участков угольных пластов на шахтах Севера были предложены и проверены два способа перехода нарушений: мелкоступенчатый и с разворотом комплекса в вертикальной плоскости до придания ему допустимого угла наклона. Направление перехода с технологической точки зрения более удобное снизу вверх, хотя объем вынимаемой породы не изменится.

Для перехода нарушений типа сбросов, взбросов и надвигов разработаны 22 технологические схемы, охватывающие практически все возможные случаи отработки нарушенных участков угольных пластов (рис.2).

Переход нарушений, если их амплитуда не уменьшает выемочную мощность пласта на величину, меньшую минимальной рабочей высоты крепи, рационально производить мелкоступенчатым способом (рис.3).

На расстояние $\ell_1$ от нарушения комплекс необходимо опускать (поднимать) на величину $h$ (высота ступени) за цикл с тем, чтобы к сбросу комплекс подошел с раздвижностью крепи, равной мощности пласта за вычетом величины амплитуды нарушения. При этом

Таблица I

| Амплитуда смещения пласта, м | Способ присечки пород | |
|---|---|---|
| | односторонний | двухсторонний |
| $H \le m$ | $Q_n = \frac{\ell[H-(m-h_{min})]^2(ctg\alpha \pm ctg\beta')}{2\cos\psi}$, (I) | $Q_n = \frac{\ell[H-(m-h_{min})]^2(ctg\alpha \pm ctg\beta')}{4\cos\psi}$, (3) |
| $H > m$ | $Q_n = \frac{\ell\{[H-(m-h_{min})]^2-(H-m)^2\}(ctg\alpha \pm ctg\beta')}{2\cos\psi}$, (2) | $Q_n = \frac{\ell h_{min}(H-h_{min}\cos\alpha)}{\sin\alpha\cos\psi}$, (4) |

где $\ell$ – длина лавы, м;

$\psi, \beta, \alpha$ – углы соответственно встречи нарушения с лавой, падения плоскости сместителя и перехода нарушения комплексом, град.

Максимальная высота ступени по верхней пачке пласта не должна превышать 0,3 м, ибо в случае перехода взброса (схема I) наблюдались обрушения образующейся консоли угля в призабойное пространство; при переходе сброса и высоте ступени по верхней пачке не более 0,3 м (схема П) обеспечивался достаточно надежный контакт козырьков крепи с кровлей призабойного пространства.

Путь перехода нарушений в этом случае подсчитывается по формуле

$$\ell_1 = n \cdot N, \quad (5)$$

где $n$ – количество циклов;

$N$ – ширина выемаемой ленты угля, м

Количество циклов при переходе таких нарушений определяется по формуле:

$$n = \frac{H-h_\ell}{h_\ell} + \frac{H-h_н}{h_н}, \quad (6)$$

где $h_\ell$ – высота ступени по верхней пачке, м;

$h_н$ – высота ступени по нижней пачке (зависит от конструктивных особенностей комплекса), равная 0,05–0,15 м.

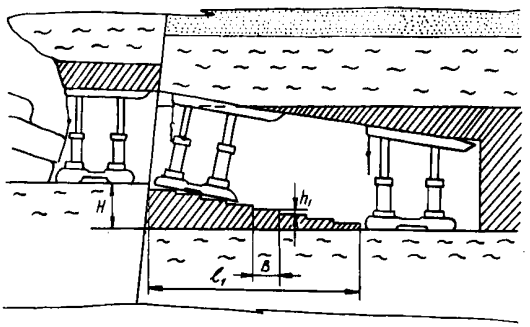



Рис.3. Мелкоступенчатый способ перехода геологических нарушений

Переход сбросов возможен с разворотом комплекса в вертикальной плоскости (рис.4). При мелкоступенчатом способе, в зависимости от физико-механических свойств пород кровли и почвы, принимается схема Ш или IУ с тем, чтобы разрушить комбайном или буровзрывными работами более слабые породы. При переходе по схеме Ш комплекс вплотную подводится к взбросу и затем опускается на ступеньку за цикл. В этом случае производится подрывка более слабых пород кровли. При переходе по схеме IУ комплекс на расстоянии $\ell_1$ от взброса необходимо начинать опускать на ступеньку за цикл. Путь перехода сброса при этом способе определяется по формуле (5), а количество циклов – по формуле

$$n = \frac{H - 2h_н}{h_н} \quad . \qquad (7)$$

Переход взбросов с разворотом крепи в вертикальной плоскости целесообразно осуществлять по У или УI схемам в зависимости от прочностных свойств вмещающих пород. В том и другом случае комплекс разворачивают путем опускания конвейера и передней части основания секций крепи в траншею, образованную буровзрывным способом перед лавным конвейером. Глубина траншеи не должна превышать 0,8 м, ширина – I,2 м, угол нак-

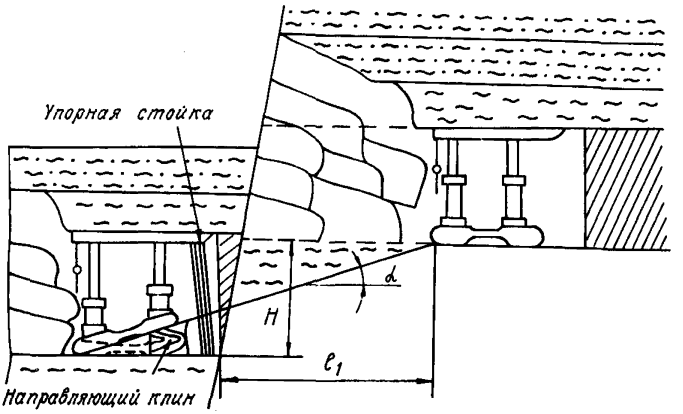



Рис.4. Способ перехода нарушения с разворотом комплекса в вертикальной плоскости за счет сокращения раздвижности гидростойки при распертом перекрытии крепи

лона комплекса не более 20°. Переход взброса по схеме У целесообразно осуществлять при более слабых породах кровли. В этом случае комплекс подводится к сбросу, и в угольном пласте образуется траншея. При более слабых породах почвы (схема УI) траншея образуется на расстоянии $\ell_1$ от взброса. Путь перехода взброса определяется по формуле:

$$\ell_1 = \frac{H}{tg\,\alpha_1}, \qquad (8)$$

где $\alpha_1$ – угол наклона комплекса, град.

Переход сбросов возможен с подрывкой почвы или кровли. При мелкоступенчатом способе и более слабой породе кровли его целесообразно осуществлять по схеме УП. В этом случае комплекс необходимо поднимать на ступеньку за цикл на расстоянии $\ell_1$ от сброса. При более слабых породах почвы комплекс подводится к сбросу, затем начинается его подъем за цикл (схема УШ). Путь перехода сброса при мелкоступенчатом способе определяется также, как и при переходе взброса.

Переход сбросов комплексом с разворотом его в вертикальной плоскости за счет сокращения гидростоек при распертом козырьке секции крепи деревянной (металлической) стойкой, второй конец которой укрепляется у забоя лавы, и подкладывания под основание секций направляющих клиньев может быть осуществлен по схеме IX или X в зависимости от крепости пород кровли и почвы. Переход сбросов по схеме IX целесообразно осуществлять при более слабых породах кровли. В этом случае комплекс разворачивается на расстоянии $\ell_1$ от сброса. При более слабых породах почвы, в соответствии со схемой X, комплекс подводится вплотную к сбросу, где производится его разворот и затем подрывка пород почвы в процессе перехода.

Переход комплексами сбросов и взбросов при наличии в кровле и почве пластов одинаковых по крепости пород может быть осуществлен мелкоступенчатым способом или после разворота крепи в вертикальной плоскости, но подрывку пород при этом целесообразно производить и в почве и в кровле пласта, что обеспечивает минимальный объем подрывки пород по сравнению с выемкой ее только в почве или кровле.

При мелкоступенчатом способе перехода сбросов или взбросов комплекс на расстоянии $\frac{\ell_1}{2}$ от нарушения начинают опускать (схема XI) или поднимать (схема XII) на ступеньку за цикл. Таким образом совершается весь переход. Путь перехода нарушения определяется по формуле (5), а количество циклов – по формуле (7).

При переходе взбросов (схема XIII) или сбросов (схема XIУ) с разворотом крепи в вертикальной плоскости комплекс на расстоянии $\frac{\ell_1}{2}$ от нарушения разворачивают. Дальнейший переход совершается под заданным углом. Путь перехода нарушений определяется по формуле (8).

Переход взбросов с амплитудой, превышающей мощность пласта, может выполняться мелкоступенчатым способом по схеме XУ и с разворотом крепи в вертикальной плоскости по схеме XУI (при более слабых породах почвы).

Аналогично может осуществляться переход сбросов: мелкоступенчатым способом по схеме XX (при более слабых породах кровли пластов) или способом с разворотом крепи в вертикальной плоскости по схеме XXI (при более слабых породах почвы) и по схеме XXII (при более слабых породах кровли пластов).

Во всех случаях при переходе нарушений угол наклона комплекса не должен превышать $20^{\circ}$. Несоблюдение этого условия, как обнаружено на шахтах Севера, приводит к поломкам элементов комплекса, в частности, разрушаются направляющие лыжи лавного конвейера и редукторы шнеков комбайнов.

При переходе интрузий, даек очистными работами целесообразно предварительное рыхление крепких пород буровзрывными работами. Перед взрывными работами гидравлические части комплекса необходимо укрыть металлическими решетками или транспортерной лентой. После производства буровзрывных работ осуществляется выемка двух-трех стружек угля до гашения лавой образовавшегося углубления. Затем указанные операции продолжаются. При переходе нарушений взрывные работы ведутся практически по всей лаве с расстоянием между районами взрывов 5-15 м. По мере подвигания лавы интрузия в пласт перемещается по лаве с нижней ее части в верхнюю и наоборот. На участках с замещением угля аргиллитами и алевролитами выемка осуществляется присечкой их шнеками комбайна. Породу от взрывных работ целесообразно доставлять и размещать на транспортерном штреке.

При ведении очистных работ на участках, нарушенных дайками, кроме решения вопроса о возможности перехода различных по мощности даек, требуется оценка целесообразности разработки околодайковых зон, определение участков, непригодных к разработке вследствие метаморфизма углей. Эти зоны должны учитываться при рассмотрении вопроса о переходе дайки за счет поглощения ее выработкой или перемонтаже комплекса в задайковую часть пласта.

Призабойное пространство лавы при переходе геологических нарушений должно находиться в удовлетворительном состоянии. Прорывов пород кровли под крепь не должно наблюдаться. Контакт крепи с необрушенными породами осуществляется через козырьки, находящиеся также в удовлетворительном состоянии. Обрушенные породы подбутовывают перекрытие крепи и пригружают ее, но эти нагрузки, как показали исследования, не превышают номинальных.

При наличии интенсивно-трещиноватых пород в зоне нарушения целесообразно устройство накатника на козырьках крепи, который исключает прорывы породы под крепь. Дополнительным мероприятием для этого может служить перетяжка призабойного пространства досками, которые укладываются на перекрытия крепи при передвижке.

Перспективным способом укрепления пород в нарушенной зоне может быть упрочнение кровли быстротвердеющими смолами.

Последовательное и своевременное выполнение операций выемочного цикла, в частности своевременная передвижка секций механизированной крепи вслед за комбайном при выемке стружки угля, позволяет исключить проникновение обрушающихся над крепью пород в призабойное пространство. Остановка комплексов в районе геологических нарушений более чем на сутки приводит к образованию трещин вдоль забоя и нарушению сплошности пород кровли призабойного пространства даже впереди забоя и поэтому должна категорически исключаться.

В целях уменьшения ущерба, вызванного переходом геологических нарушений, и осуществления перехода необходимо следующее: а) четкое геологическое обслуживание участков, оборудованных механизированными комплексами; б) своевременное выявление, описание каждого нарушения и составление проекта перехода его комплексом; в) детальная разведка выбранных участков путем предварительной проходки штреков на всю длину выемочного столба; г) запрещение остановки лав при подходе к нарушениям и переходе их, при этом подвигание забоя должно быть не менее 1,5–2,0 м в сутки.

Перечисленные факторы обусловливают применение в сложных горно-геологических условиях столбовой системы разработки. На более спокойных участках возможно применение комбинированных систем разработки.

## Выбор, подготовка и отработка нарушенных участков механизированными комплексами

При выборе участков пластов для отработки их комплексами в первую очередь необходимо обращать внимание на наличие в пределах намеченных участков нарушений с амплитудами, превышающими мощность пластов, и на частоту встречи нарушений. Кроме того, следует учитывать ряд обстоятельств, отражающих особенности геологии и технологии разработки угольных пластов [2]:

а) длина выемочного участка при отработке комплексами должна быть не менее 200 м;

б) длина очистного забоя, оборудованного механизированным комплексом, должна быть не менее 100 м;

в) подготовительные выработки на пологих пластах могут проходиться либо по простиранию, либо по падению (восстанию) пласта, либо параллельно крупным нарушениям;

г) при встрече с нарушениями, затрудняющими применение механизированных комплексов, очистной забой должен быть ориентирован под определенным углом к линии простирания пласта;

д) в процессе отработки нарушенных угольных пластов необходим учет характеристик и пространственного расположения геологических нарушений, что позволит в дальнейшем выбирать рациональное направление очистной выемки.

Выемочные участки на нарушенных пластах Северо-Востока; предназначенные для отработки механизированными комплексами, необходимо располагать так, чтобы обеспечить при этом лучшие технико-экономические показатели лав.

Результаты исследований, проведенных на шахтах Магаданской области и Якутской АССР, позволили рекомендовать следующие рациональные направления и параметры очистной выемки [3]:

а) На шахтах "Анадырская" и "Беринговская" направление очистной выемки (азимут простирания) должно составлять 210-220 или 30-40°, переход нарушений следует осуществлять присечкой пород шнеками комбайна,

б) На шахтах "Джебарики-Хая", "Сангарская" и на проектируемой шахте "Чульманская" при переходе нарушений необходимо предварительное рыхление крепких пород буровзрывными способами с последующей присечкой их шнеками комбайна; направление выемки на шахтах "Джебарики-Хая" - 80-90 или 260-270°, "Сангарская" - 300-310 или 120-130°, "Чульманская" - 330-340 или 150-160°.

При указанной ориентации направления очистной выемки угол встречи нарушений лавами будет составлять 20-30°, а зольность угля, добытого на нарушенных пластах, не будет превышать допустимых значений, регламентируемых потребителем.

Рекомендованное направление очистной выемки при подготовке участков создает благоприятные условия преодоления нарушений комплексами,так как контакт лавы с нарушением будет не по всей длине очистного забоя,а на ограниченном участке (8-10 м). Такое положение очистного забоя исключает возможность прорыва пород под крепь и позволяет при выемке стружки угля производить

подрывку сравнительно небольших объемов породы и складировать ее в транспортерном штреке.

Рекомендации по выбору и подготовке участков для отработки механизированными комплексами следующие:

- участки пластов, заключенные между крупными нарушениями с амплитудами , превышающими мощность пласта и расположенными на расстоянии друг от друга менее 200 м, не пригодны для отработки комплексами;

- подготовительные выработки следует проходить параллельно нарушениям, включая последние в целики и варьируя длиной лав с целью уменьшения потерь угля; такое расположение столбов позволит увеличить их длину и расширить область применения комплексов.

При отработке пластов комплексами серьезное внимание должно уделяться организации работ при переходе геологических нарушений. Обязательной является разработка специальных проектов перехода нарушений с оценкой его экономической целесообразности, с указанием способа и технологической схемы перехода, графика организации работ по выемке угля и породы, исключающего длительную (более суток) остановку очистного забоя.

В составлении проекта принимают участие главный технолог шахты и начальник участка с привлечением геолога, маркшейдера и экономиста. Проект утверждается главным инженером шахты.

## МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПЕРЕХОДА НАРУШЕНИЙ И ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ ОЧИСТНОЙ ВЫЕМКИ ПРИ ОТРАБОТКЕ НАРУШЕННЫХ ПЛАСТОВ

### Оценка целесообразности перехода нарушений

В общем виде условие экономической целесообразности перехода геологических нарушений представлено неравенством:

$$Э_с + K_{зу} + C_{пз} \cdot П \leq K_{мд} + K_{рп} + C_{пз} \cdot Z_н + K_л .$$

В левой части неравенства учтены все дополнительные затраты, вызванные переходом нарушения лавой, в правой - ущерб, который возникает при отказе от дальнейшей эксплуатации нарушенного участка и перемонтаже очистного оборудования в новую разрезную печь.

Дополнительные затраты от повышения себестоимости добычи I т угля в нарушенной зоне составляют:

$$Э_c = (C_н - C_о) \cdot Д_н .$$

Ущерб от повышения зольности определяется по формуле

$$К_{зу} = 0{,}03 Q_п \gamma_п (A_п - A_у) \cdot Ц_у .$$

Затраты на подготовку I т запасов угля к выемке составляют:

$$C_{пз} = (C_р + C_{кс} + C_{пв}) \cdot К_з ,$$

где $C_о$ и $C_н$ – себестоимость добычи I т угля вне зоны нарушения и в период его перехода, руб.;

$Д_н$ – объем добычи угля в нарушенной зоне, т;

0,03 – скидка к оптовой цене I т угля за каждый процент золы выше средней расчетной зольности;

$Q_п$ – объем присекаемых пород при переходе нарушения, м$^3$;

$\gamma_п$, $\gamma_у$ – плотность породы и угля, т/м$^3$;

$Ц_у$ – цена I т угля, добываемого вне зоны нарушения с прейскурантной зольностью, руб.;

$A_п$, $A_у$ – зольность породы и угля, %;

$C_р$, $C_{кс}$, $C_{пв}$ – затраты на геологоразведочные, горно-капитальные работы и на проведение основных выработок (выемочных и нарезных), руб/т.

Значение потерь угля при переходе нарушения П, зависящее от его типа и геометрических размеров, определяется по формулам, приведенным в табл.2.

Таблица 2

| Амплитуда смещения пласта, м | Способ присечки пород | |
|---|---|---|
| | односторонний | двухсторонний |
| $H \leq m$ | $П = \frac{l H^2 \gamma_у (ctg\alpha \pm ctg\beta)}{2 \cos\psi}$ | $П = \frac{l H^2 \gamma_у (ctg\alpha \pm ctg\beta)}{4 \cos\psi}$ |
| $H > m$ | $П = \frac{l m \gamma_у (2H - m)(ctg\alpha \pm ctg\beta)}{2 \cos\psi}$ | $П = \frac{l m \gamma_у [H(ctg\alpha \pm ctg\beta) - m ctg\alpha]}{\cos\psi}$ |

Общие запасы в нарушенном участке определяются из выражения

$$Z_н = \ell^2 tg\psi m \delta_y \pm \frac{H\ell m \delta_y}{tg\beta \cos\psi},$$

где знак плюс соответствует согласным нарушениям, а минус – несогласным.

Затраты на демонтаж и монтаж очистного оборудования в новую лаву $K_{мд}$, на проведение разрезной печи $K_{рп}$, на амортизационные отчисления в период отсутствия добычи из лавы $K_л$, на суточные амортизационные отчисления за этот же период $a_c$ определяются по следующим формулам:

$$K_{мд} = (C_{11} + C_{12}\ell) \cdot K_1;$$

$$K_{рп} = \ell K_3 (a_в S + b_в);$$

$$K_л = a_c \cdot N_{мд} \cdot \ell;$$

$$a_c = (C_7 + C_8 \ell) \cdot K_2 \cdot f_2,$$

где $a_в, b_в$ – коэффициенты затрат на проведение I пог.м выработки, руб/м$^3$, руб/м (табл.3);

$S$ – сечение подготовительной выработки, м$^2$;

$f_2$ – коэффициент общешахтных расходов;

$K_1$ и $K_2$ – коэффициенты, учитывающие дополнительную заработную плату и затраты на доставку оборудования и материалов в условиях Севера (табл.4).

Так как в затратах на проведение, поддержание выработок и транспортировку угля трудно выделить их элементы (зарплату, материалы, электроэнергию, амортизационные отчисления), увеличение затрат в районах Севера учитывается коэффициентом региональности - $K_3$ (табл.4).

Коэффициенты затрат на амортизацию оборудования – $C_7$ и $C_8$, на монтаж и демонтаж оборудования–$C_{II}$ и $C_{I2}$, а также на зарплату–$C_I$ и $C_2$, крепление ниши – $C_3$ и $C_4$, на материалы–$C_5$ и $C_6$, электроэнергию – $C_9$ и $C_{I0}$, необходимые для оценки себестоимости добычи I т угля в лаве и целесообразности перехода нарушений, даны в табл.5.

Нормы времени на перемонтаж очистного оборудования приняты, исходя из работы [4].

Таблица 3

| Тип крепи в выработке | $a_{\ell}$ руб/м$^3$ | $b_{\ell}$ руб/м |
|---|---|---|
| Металлические анкера | 7,9 | -II,3 |
| Деревянные рамы (вразбежку) | I3,I | -I3,9 |
| Комбинированная (металлич.анкера+ дерев.рамы) | II,2 | -I6,0 |
| Металлические арки | II,0 | -I,2 |

Таблица 4

| Месторождение | $K_1$ | $K_2$ | $K_3$ |
|---|---|---|---|
| Чульмаканское | 2,96 | I,20 | I,0 |
| Сангарское | 2,96 | I,25 | I,05 |
| Джебарики-Хая | 2,96 | I,30 | I,I0 |
| Анадырское | 3,62 | I,45 | I,45 |
| Бухта Угольная | 3,62 | I,45 | I,45 |

Таблица 5

| Коэффициент | Оборудование очистного забоя | | | |
|---|---|---|---|---|
| | II МК | I ОМКТМ (ОКП) | КМ-8I9 | КМ-879 |
| $C_1$ | 0,I88 | 0,I65 | 0,223 | 0,I79 |
| $C_2$ | I00,5 | I00,5 | I32,0 | I42,4 |
| $C_3$ | 0,082 | 0,I82 | 0,069 | 0,437 |
| $C_4$ | 0,I84 | 0,I84 | 0,236 | 0,786 |
| $C_5$ | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,49 |
| $C_6$ | 0,075 | 0,075 | 0,075 | 0,075 |
| $C_7$ | I29,7 | 92,2 | 408,0 | I54,2 |
| $C_8$ | 2,30 | 2,24 | I,56 | 2,46 |
| $C_9$ | I303,9 | I303,9 | I555,0 | 2I26,0 |
| $C_{I0}$ | 7,38 | 7,38 | 7,38 | 7,38 |
| $C_{II}$ | 7000,0 | 5830 | 7450 | I995 |
| $C_{I2}$ | 50,I | 6I,8 | 72,0 | I42,4 |

В развернутом виде условие экономической целесообразности перехода нарушений лавами записывается

$$\ell \operatorname{tg}\psi \left\{\left(\ell - \frac{H}{\sin\alpha\cdot\sin\psi}\right) m \gamma_y + \frac{\sin\psi}{\tau_{3x}}\left[\gamma_n Q_n' + \gamma_y\left(\frac{H\cdot h_{min}\cdot\tau_{3x}}{\sin\alpha\cdot\sin\psi} - Q_n'\right)\right]\right\}\cdot\left[\left(\frac{1}{A_н} - \frac{1}{A}\right)\times\right.$$

$$\times\left(C_2 K_1 + C_7 K_2 f_2 + C_8 \ell K_2 f_2 + C_9 f_1 + C_{10}\ell f_1\right) + C_{пн}\Big] + 0{,}03 Q_n \gamma_n (A_n - A_y) Ц_y +$$

$$+\left(C_р + C_{кс} + C_{пв}\right) K_3 П \le \left(C_{11} + C_{12}\ell\right) K_1 + \left(a_в S + b_в\right)\ell K_3 + \left(C_р + C_{кс} + C_{пв}\right)\times$$

$$\times\left(\ell^2 \operatorname{tg}\psi m \gamma_y \pm \frac{H\ell m \gamma_y}{\operatorname{tg}\varphi\cos\psi}\right) K_3 + \left(C_7 + C_8\ell\right) K_2 f_2 N_{мд}\cdot\ell,$$

где $\tau_{3x}$ – ширина захвата комбайна, м;

$Q_n'$ – объем породы, вынимаемой за один цикл, м$^3$;

$A, A_н$ – нагрузка на забой при отсутствии нарушения и в период его перехода, т/с;

$f_1$ – стоимость электроэнергии, руб/(кВт·ч);

$C_{пн}$ – дополнительные затраты, вызванные переходом нарушения, руб/т.

В табл.6 приведены значения отношения амплитуды смещения пласта к его мощности в зависимости от его типа, до которых экономически целесообразен переход. Для других параметров нарушений и лав оценка целесообразности перехода нарушений может быть произведена путем экстраполяции табличных значений.

Нагрузка на очистной забой при переходе нарушений определяется по приближенной формуле:

$$A_н = \left\{658\left[\left(\ell - \frac{H}{\sin\alpha\cdot\sin\psi}\right) m + \frac{H h_{min}}{\sin\alpha} + 1{,}46 Q_n' \sin\psi\right]\right\} \Big/ \left\{0{,}36 m\left(\ell - \frac{H}{\sin\alpha\cdot\sin\psi}\right) + \right.$$

$$+\frac{0{,}44 H h_{min}}{\sin\alpha\cdot\sin\psi}\left[0{,}19 + \frac{0{,}005\sin\alpha\sin\psi}{H h_{min}}\left(\frac{476 Q_n'}{H h_{min}} + \frac{200}{\sin\alpha\cdot\sin\psi}\right)\right] + 0{,}44 m\left(3{,}3 + \right.$$

$$+1{,}1H)(-0{,}23 + 2{,}88H - 0{,}2H^2) + 24\cdot 10^{-6}\left[\left(\ell - \frac{H}{\sin\alpha\cdot\sin\psi}\right) 2320 m + \left(1{,}2 Q_n' \sin\psi + \right.\right.$$

$$\left.\left.+\frac{0{,}82 H h_{min}}{\sin\alpha}\right)\cdot\left(\frac{476 Q_n' \sin\alpha\cdot\sin\psi}{H h_{min}} + 200\right)^{1{,}5}\right] + 37 + t + 1{,}4 Q_n'\Big\} \quad т/сут,$$

где $t$ – время на подготовку перехода взбросов и сбросов, мин.

Суточная нагрузка на очистной забой при работе без нарушений на шахтах Севера равна:

Таблица 6

| Тип нарушения | Угол встречи нарушений с лавой, град. | Максимальное значение $H/m$ для переходимых нарушений на месторождениях | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Анадырское | Бухта Угольная | Джебарики-Хая | Сангарское | Чульмаканское |
| | | Длина лавы 100 м | | | | |
| Сброс | 10 | 1,3 | 1,15 | 1,9 | 1,25 | 1,6 |
| " | 30 | 1,65 | 1,35 | 2,2 | 1,35 | 1,95 |
| " | 50 | 1,95 | 1,55 | 2,45 | 1,6 | 2,1 |
| Надвиг | 10 | 1,25 | 1,1 | 1,8 | 1,2 | 1,55 |
| " | 30 | 1,55 | 1,25 | 2,05 | 1,25 | 1,85 |
| " | 50 | 1,85 | 1,4 | 2,2 | 1,5 | 2,0 |
| | | Длина лавы 200 м | | | | |
| Сброс | 10 | 1,5 | 1,25 | 2,25 | 1,35 | 1,7 |
| " | 30 | 2,25 | 1,8 | 2,9 | 1,8 | 2,5 |
| " | 50 | 2,9 | 2,1 | 3,2 | 2,2 | 3,0 |
| Надвиг | 10 | 1,35 | 1,15 | 2,15 | 1,25 | 1,65 |
| " | 30 | 2,1 | 1,65 | 2,8 | 1,65 | 2,35 |
| " | 50 | 2,7 | 1,95 | 3,05 | 2,0 | 2,85 |

Таблица 7

Коэффициент снижения нагрузки на забой при переходе нарушений для угольных месторождений

| Отношение $\frac{H}{m}$ | Анадырское | | | Бухта Угольная | | | Джебарики-Хая | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\psi = 10^0$ | $\psi = 30^0$ | $\psi = 50^0$ | $\psi = 10^0$ | $\psi = 30^0$ | $\psi = 50^0$ | $\psi = 10^0$ | $\psi = 30^0$ | $\psi = 50^0$ |
| | | | | Длина лавы 100 м | | | | | |
| 0,5 | 0,413 | 0,66 | 0,705 | 0,437 | 0,622 | 0,645 | 0,527 | 0,678 | 0,706 |
| 1,0 | 0,192 | 0,558 | 0,62 | 0,27 | 0,533 | 0,581 | 0,33 | 0,576 | 0,625 |
| 1,5 | 0,065 | 0,465 | 0,554 | 0,142 | 0,457 | 0,524 | 0,208 | 0,497 | 0,56 |
| 2,0 | 0,02 | 0,415 | 0,517 | 0,08 | 0,403 | 0,485 | 0,125 | 0,433 | 0,508 |
| | | | | Длина лавы 200 м | | | | | |
| 0,5 | 0,645 | 0,798 | 0,827 | 0,677 | 0,75 | 0,765 | 0,725 | 0,802 | 0,821 |
| 1,0 | 0,52 | 0,724 | 0,756 | 0,521 | 0,682 | 0,716 | 0,59 | 0,733 | 0,733 |
| 1,5 | 0,398 | 0,651 | 0,704 | 0,38 | 0,613 | 0,67 | 0,456 | 0,675 | 0,726 |
| 2,0 | 0,322 | 0,605 | 0,667 | 0,308 | 0,572 | 0,625 | 0,378 | 0,626 | 0,68 |
| 2,5 | 0,273 | 0,566 | 0,632 | 0,259 | 0,54 | 0,602 | 0,33 | 0,593 | 0,651 |

Окончание табл. 7

| Отношение $\frac{H}{m}$ | Сангарское | | | Чульмаканское | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\psi = 10^0$ | $\psi = 30^0$ | $\psi = 50^0$ | $\psi = 10^0$ | $\psi = 30^0$ | $\psi = 50^0$ |
| | | | Длина лавы 100 м | | | |
| 0,5 | 0,376 | 0,565 | 0,603 | 0,397 | 0,555 | 0,586 |
| 1,0 | 0,183 | 0,424 | 0,524 | 0,213 | 0,46 | 0,52 |
| 1,5 | 0,092 | 0,375 | 0,452 | 0,110 | 0,377 | 0,447 |
| 2,0 | 0,064 | 0,302 | 0,398 | 0,07 | 0,314 | 0,396 |
| | | | Длина лавы 200 м | | | |
| 0,5 | 0,59 | 0,715 | 0,734 | 0,578 | 0,683 | 0,720 |
| 1,0 | 0,440 | 0,632 | 0,67 | 0,422 | 0,596 | 0,65 |
| 1,5 | 0,294 | 0,547 | 0,607 | 0,287 | 0,525 | 0,585 |
| 2,0 | 0,222 | 0,481 | 0,558 | 0,217 | 0,47 | 0,537 |
| 2,5 | 0,17 | 0,439 | 0,516 | 0,165 | 0,424 | 0,498 |

$$A = \frac{656 m \ell}{0{,}446 m \ell + 25} \quad т/сут.$$

Разделив суточную нагрузку на забой при переходе нарушений на нагрузку без них, получим нормативы снижения добычи при встрече того или иного нарушения, которые представлены в табл.7.

Дополнительные затраты, вызванные переходом нарушений буровзрывным способом с последующей присечкой породы, составляют:

$$C_{пн} = \frac{Q_n (1{,}54K_1 + 5{,}09K_2 + 0{,}04 tg\psi K_1 + 2{,}01 tg\psi)}{1{,}3 tg\psi \left[\left(\ell - \frac{H}{\sin\alpha \cdot \sin\psi}\right) m + \frac{H h_{min}}{\sin\alpha} + 1{,}46 Q_n' \sin\psi\right] \ell} \quad руб/т,$$

а дополнительные затраты при переходе нарушений с крепостью пород менее 4 по шкале М.М.Протодьяконова

$$C_{пн} = \frac{Q_n (0{,}02K_1 + 2{,}92K_2 + 2{,}01 tg\psi)}{1{,}3 tg\psi \left[\left(\ell - \frac{H}{\sin\alpha \cdot \sin\psi}\right) m + \frac{H h_{min}}{\sin\alpha} + 1{,}46 Q_n' \sin\psi\right] \ell} \quad руб/т.$$

## Оптимизация параметров очистной выемки нарушенных пластов

Функция затрат на добычу угля в лаве, проведение и поддержание выработок, а также транспортирование полезного ископаемого в пределах выемочного поля, представленная экономико-математической моделью, имеет следующий вид:

$$F = \left(\left(C_1K_1 + \frac{C_2K_1}{A} + \frac{C_3K_2f_2}{\ell} + \frac{C_4K_2f_2}{m\ell} + \frac{C_5K_2f_2}{\ell} + C_6K_2f_2 + \right.\right.$$

$$\left.\left. + \frac{C_7K_2f_2}{A} + \frac{C_8K_2\ell f_2}{A} + \frac{C_9f_1}{A} + \frac{C_{10}\ell f_1}{A} + \frac{C_{11}K_1}{\ell_c \ell m \gamma_y} + \frac{C_{12}K_1}{\ell_c m \gamma_y}\right) \times \right.$$

$$\times \left(\ell_c \ell m \gamma_y - \ell^2 m \gamma_y \sum_{i=1}^{n} tg\psi_i\right) + \left(C_1K_1 + \frac{C_2K_1}{A_{ni}} + \frac{C_3K_2f_2}{\ell} + \frac{C_4K_2f_2}{m\ell} + \right.$$

$$+ \frac{C_5K_2f_2}{\ell} + C_6K_2f_2 + \frac{C_7K_2f_2}{A_{ni}} + \frac{C_8K_2\ell f_2}{A_{ni}} + \frac{C_9K_1}{A_{ni}} + \frac{C_{10}f_1\ell}{A_{ni}} +$$

$$\left. + \frac{C_{11}K_1}{\ell_c \ell m \gamma_y} + \frac{C_{12}K_1}{\ell_c m \gamma_y} + C_{пн}\left(\ell^2 m \gamma_y \sum_{i=1}^{n} tg\psi_i\right)\right) + K_3 (a_g S + b_g) n_g \times$$

$$\times \left(\ell_c - \sum_{i=1}^{n} \ell_{ni}\right) p + \left[(a_в S + b_в) + d_в \eta_п S\right] n_в K_з p \sum_{i=1}^{n} \ell_{ni} \Big\} \Big/ \left(\ell_c \ell_м \gamma_у - \Sigma n_{ij}\right) +$$

$$+ \frac{K_з \gamma_п S n_в K_о \cdot K_у K_н \left(\ell_c - \sum_{i=1}^{n} в_{нi}\right) + K_з \gamma_п S n_в K_{oi} K_{yi} K_н \sum_{i=1}^{n} в_{нi}}{600 A_{ср}} +$$

$$+ \frac{a_{пл} V_{пл} p}{n_л \left(\ell_c \ell_м \gamma_у - \Sigma n_{ij}\right)} + \frac{K_з}{A_{ср}} \left(48 + \frac{0{,}374 A_{ср} \ell_c}{\ell_c \ell_м \gamma_у - \Sigma n_{ij}} + 0{,}137 \ell_c\right) + K_з \ell_c \cdot 12 \cdot 10^{-6},$$

где $\ell_c$ – длина столба, м;

$i,j$ – число и тип нарушений;

$n_в, n_л$ – количество параллельных выработок в выемочном поле и лав, обслуживаемых одной приемно-отправительной площадкой;

$\ell_п, в_н$ – длина забоя по породе в выработке и зоны влияния нарушения, м,

$$\ell_п = \frac{H}{\sin \alpha^к};$$

$\alpha^к$ – угол наклона конвейера в выработке, град.

для сбросов (взбросов) $в_н = 4{,}0 + 0{,}4H$ при $0{,}5 \leq H \leq 10$ для надвигов $в_н = 3{,}3 + 1{,}1H$;

$d_в$ – коэффициент, учитывающий увеличение стоимости проведения выработки по породе в сравнении со стоимостью проведения ее смешанным забоем или только по углю;

$\eta_п$ – отношение площади забоя по прроде к полному сечению выработки, определяется с учетом работы [5]:

для нарушений типа сброса

$$\eta_п = \frac{0{,}33 m_п}{S^{0{,}2}};$$

для нарушений типа взброса

$$\eta_п = \frac{0{,}22 m_п}{S^{0{,}2}};$$

$m_п$ – мощность подрываемых пород, в зависимости от амплитуды нарушения будет

при $H \leq m$ $\quad m_п = H$

при $H > m$ $\quad m_п = h_в$,

$h_в$ – высота подготовительной выработки, м;

$P$ – коэффициент, зависящий от периода функционирования шахты, принимается по аналогии с шахтами Кузбасса [6] и приведен в табл.8;

$Ц_п$ – стоимость поддержания I м$^3$ выработки в год, руб. (табл.9);

$K_н$ – коэффициент, учитывающий глубину ведения горных работ,

$$K_н = 1 + 0{,}0038\,(H_г - H_о);$$

$H_г, H_о$ – глубина ведения горных работ и расположения нулевой изотермы, м;

$K_у, K_{уl}$ – коэффициент, учитывающий устойчивость боковых пород вне зоны и в зоне нарушения;

$K_о, K_{оl}$ – коэффициент, учитывающий способ охраны выработок вне зоны и в зоне нарушения.

Значения этих коэффициентов по данным ИГД им. А.А.Скочинского приведены в табл. IO,II.

$Ц_{пл}$ – стоимость сооружения I м$^3$ выработок и камер приемно-отправительной площадки, руб;

$V_{пл}$ – объем приемно-отправительной площадки, м$^3$;

$A_{сф}$ – среднесуточная нагрузка на очистной забой в нарушенном выемочном поле, т:

$$A_{сф} = \frac{A_{нi}\,\ell \sum_{i=1}^{n} tg\Psi_i + A\,(\ell_c - \ell \sum_{i=1}^{n} tg\,\Psi_i)}{\ell_c}\,.$$

Оптимальная длина лавы и нагрузка на забой определяются исследованием на минимум функции $F$. Целевая функция должна удовлетворять следующей системе ограничений:

по углу наклона комплекса в лаве $0 \le \alpha \le \alpha_{доп}$, по газу $q_г \le 10 м^3/т$, по нагрузке $A_{сф} \le min\{A^в_{сф}, A^э_{сф}\}$, по габаритам выработки $max\{S^{тр}, S^в\} \le S \le S_{max}$, по нарушениям $0 < H \le H_{э.доп}$, $0 < \Psi \le \Psi_{э.доп}$, по зольности $A_у < A_{гм} \le A_{доп}$,

где $q_г$ – относительная метанообильность, м$^3$/т;

$A^в_{сф}, A^э_{сф}$ – нагрузка на очистной забой соответственно по фактору вентиляции и эксплуатационная, т/сут;

$S^в, S^{тр}, S_{max}$ – сечения выработок, ограниченные вентиляцией, размещением транспортных средств и возможностями проходческой техники, м$^2$;

$\alpha_{доп}$ – допустимый угол наклона комплекса в лаве, град;

Таблица 8

| Горные выработки | Значение коэффициента Р в период строительства шахты | | | |
|---|---|---|---|---|
| | I | II | III | IУ |
| Вертикальные | 2,08 | – | 2,08 | – |
| Наклонные и горизонтальные | – | I,92 | I,6 | I,35 |

Таблица 9

| Горные выработки | Стоимость поддержания I $м^3$ выработки в год при типе крепи, руб. | | |
|---|---|---|---|
| | металлические анкера | деревянные рамы | комбинированная (металлические анкера +деревянные рамы) |
| Горизонтальные | 0,6I | I,4 | 0,78 |
| Наклонные | 0,68 | I,55 | 0,87 |

Таблица I0

| Способ охраны выработок | | Значение коэффициента $K_o$ |
|---|---|---|
| с одной стороны | с другой стороны | |
| Массив угля или породы | Массив угля или породы | I,0 |
| Массив угля | Бутовая полоса и выработанное пространство | 2,0 |
| Массив угля | Целик и выработанное пространство | 3,5–4,0 |
| Целик и выработанное пространство | Целик и выработанное пространство | 7,0–8,0 |

Таблица II

| Порода | Значение коэффициента $K_y$ |
|---|---|
| Устойчивая | 0,4 |
| Средней устойчивости | I,0 |
| Неустойчивая | 2,2 |

$H_{э.доп}, \Psi_{э.доп}$ – амплитуда смещения и угол встречи нарушения с лавой, переход которого экономически целесообразен, м, град;

$A_у, A_{гм}, A_{доп}$ – зольность угля соответственно вне зоны нарушений, при переходе нарушений и допустимая, при которой приобретается уголь, %.

Наиболее типичным для угольных месторождений Северо-Востока СССР является шахтное поле с пологими пластами средней мощности и наличием большого числа геологических нарушений.

При оптимизации параметров очистной выемки нарушенных пластов исходим из таких положений:

способ подготовки пластов – панельный;

система разработки – столбовая с выемкой угля без оставления межстолбовых целиков.

Выемочные штреки проходятся по пластам с анкерным креплением и комбинированной крепью (анкера и деревянные рамы).

Алгоритм исследования экономико-математической модели очистной выемки следующий [7]:

а) выбирается тип комплекса по мощности и углу падения пласта;

б) осуществляется формирование массива данных о выбранном комплексе, параметрах переходимых геологических нарушений, физико-механических свойствах углей и пород;

в) выбирается способ перехода нарушений;

г) определяется скорость подвигания и нагрузка на очистной забой с учетом нарушенности;

д) устанавливается максимально возможная по фактору вентиляции нагрузка на забой;

е) определяются параметры нарушений, переход которых экономически целесообразен;

ж) осуществляется проверка по зольности угля, предел которой ограничивается возможностями потребителя;

з) определяется сечение подготовительных выработок и проверяется по условиям транспорта и вентиляции;

и) составляется функция затрат внутри и вне лавы;

к) определяются оптимальные параметры очистной выемки нарушенного пласта.

Таблица I2

| Месторождение | Число нарушений в выемочном поле | Оптимальные параметры очистной выемки | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $\psi = 10^0$ | | $\psi = 30^0$ | | $\psi = 50^0$ | |
| | | $\ell$ м | $\lambda_{ср}$ т | $\ell$ м | $\lambda_{ср}$ т | $\ell$ м | $\lambda_{ср}$ т |
| Анадырское | 5 | I90-2I0 | I650-I700 | I80-200 | I550-I600 | I70-I85 | I370-I420 |
| | I0 | I85-205 | I550-I600 | I70-I90 | I350-I400 | I55-I70 | 990-I040 |
| | I5 | I75-I90 | I400-I450 | I50-I70 | II00-II50 | I20-I30 | 670-720 |
| Бухта Угольная | 5 | 220-245 | 2I50-2200 | 200-220 | I920-I970 | I90-290 | I600-I650 |
| | I0 | 2I0-235 | I920-I970 | I80-200 | I850-I900 | I70-I85 | 900-950 |
| | I5 | 200-220 | I700-I750 | I60-I75 | I500-I550 | I05-II5 | 570-620 |
| Джебарики-Хая | 5 | I60-I80 | I000-I050 | I45-I60 | 900-950 | I35-I50 | 770-820 |
| | I0 | I50-I65 | 900-950 | I35-I50 | 730-780 | I20-I30 | 500-540 |
| | I5 | I45-I55 | 800-850 | I20-I30 | 580-630 | 90-I00 | 330-350 |
| Сангарское | 5 | 2I0-230 | 2I20-2I70 | I80-200 | I830-I880 | I70-I90 | I450-I500 |
| | I0 | 200-220 | I850-I900 | I70-I90 | I350-I400 | I40-I55 | 700-750 |
| | I5 | I80-200 | I600-I650 | I30-I45 | I000-I050 | 80-90 | 400-440 |
| Чульмаканское | 5 | 240-265 | 2000-2050 | 200-230 | I700-I750 | I80-200 | I300-I350 |
| | I0 | 230-250 | I700-I750 | I80-200 | II50-I200 | I45-I60 | 500-550 |
| | I5 | 200-220 | I470-I520 | I30-I45 | 850-900 | 70-80 | 350-380 |

Необходимые исходные данные для решения задачи:

- относительная метанообильность;
- мощность и угол падения пласта;
- устойчивость боковых пород и глубина разработки;
- количество геологических нарушений на участке и их характеристика;
- физико-механические свойства пород и углей;
- зольность угля.

Для основных месторождений Якутии и Магаданской области определены оптимальные параметры очистной выемки в зависимости от сложности горно-геологических условий. Рекомендованные параметры приведены в табл.I2.

## Л И Т Е Р А Т У Р А


I. В и к у л о в М.А., К и р ж н е р Ф.М. Некоторые результаты изучения условий разработки угольных месторождений Северо-Востока.-В кн.:Исследования по физико-техническим проблемам Севера. Якутск, изд.ЯФ СО АН СССР, I975, с.3-8.

2. С к у б а В.Н. Технологические схемы и рекомендации по переходу комплексами ОМКТМ геологических нарушений угольных пластов. Якутск, изд.ЯФ СО АН СССР, I972. 74 с.

3. К и р ж н е р Ф.М.Изучение условий и выбор параметров разработки нарушенных пластов на шахтах Северо-Востока СССР. Автореф.дис.на соиск.уч.степени канд.техн.наук.М.,МГИ, I977. I4 с.

4. Г и д р о ф и ц и р о в а н н а я крепь очистных выработок. Под общ.ред. В.Н.Хорина. М., Наука , I973. 302 с.

5. С т о и м о с т н ы е показатели для проектирования шахт в Донбассе. М.,ИГД им.А.А.Скочинского, I973. 28 с.

6. С т о и м о с т н ы е показатели для проектирования шахт в Кузбассе. М., ИГД им. А.А.Скочинского, I97I. 38 с.

7. К и р ж н е р Ф.М., С к у б а В.Н. Разработка нарушенных угольных пластов. М., I977. 34 с.

# О Г Л А В Л Е Н И Е

Стр.

Введение ..... 3

Систематизация геологических нарушений по сложности их перехода механизированными комплексами..... 4

Технология перехода нарушений и очистной выемки угольных пластов ..... 7

Технология перехода нарушений.....7

Выбор, подготовка и отработка нарушенных участков механизированными комплексами.....I5

Методика оценки целесообразности перехода нарушений и выбора параметров очистной выемки при отработке нарушенных пластов ..... I7

Оценка целесообразности перехода нарушений.... I7

Оптимизация параметров очистной выемки нарушенных пластов ..... 24

Литература ..... 30

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПЕРЕХОДУ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ МЕХАНИЗИРОВАННЫМИ КОМПЛЕКСАМИ НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ ЯКУТСКОЙ АССР И МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Утверждено к печати
президиумом Якутского филиала СО АН СССР

Редактор Р.В.Тирская
Технический редактор С.А.Толкачева
Корректор Л.П.Филиппова

Подписано в печать 28.01.80. МЛ 00031.
Формат 60х84 1/16. Бумага тип.№ 2.Офсетная печать.
Усл.печ.л. 1,86. Уч.-изд.л. 1,83. Тираж 250 экз.
Заказ 94. Цена 18 коп.

Якутский филиал Сибирского отделения АН СССР
тная лаборатория Якутского филиала СО АН СССР
677891 Якутск, ул.Петровского, 2

gost.e-ecolog.ru