Министерство угольной промышленности СССР

Всесоюзное промышленное объединение по добыче угля «Кузбассуголь»

Всесоюзный научно-исследовательский и проектно-конструкторский угольный институт (КузНИУИ)

РУКОВОДСТВО

по переходу геологических нарушений механизированными комплексами

Прокопьевск, 1982

gost.e-ecolog.ru

Министерство угольной промышленности СССР
Всесоюзное промышленное объединение по добыче угля "Кузбассуголь"
Всесоюзный научно-исследовательский и проектно-конструкторский
угольный институт (КузНИУИ)

УТВЕРЖДАЮ
Главный инженер ВПО
"Кузбассуголь"
В.М.Абрамов
"__" 12.82 1982 г.

Директор КузНИУИ
Н.Е.Арсенов
"__" 12.82 1982 г.

Р У К О В О Д С Т В О
по переходу геологических нарушений
механизированными комплексами

Прокопьевск 1982

УДК 622.232.8.016.002.71.08 (083.96)

Руководство по переходу геологических нарушений механизированными комплексами. - Прокопьевск, 1982. 78 с.

Руководство разработано на основе практического опыта и данных научных исследований по переходу геологических нарушений механизированными комплексами в Кузнецком бассейне.

В руководстве, предназначенном для инженерно-технических работников угольных предприятий, отражены специфика работы механизированных комплексов, основные мероприятия по технологии очистных работ, управлению комплексом, контроль за положением его элементов и безопасность работ при переходе геологических нарушений. Приводятся расчеты технико-экономических показателей и технико-экономическая оценка целесообразности перехода нарушения.

Руководство разработали и составили: Е.М.Козионов, М.И.Середенко, Л.В.Самец, Ю.А.Литвинов, Е.С.Щеглов, Л.И.Романько (КузНИУИ), А.Д.Орищин (ВПО "Кузбассуголь"), Г.А. КОЛОМИН, А.И.Жаров, А.Х.Даудрих (п/о "Ленинскуголь"), Ю.Н.Малышев, К.М.Дурнин (п/о "Южкузбассуголь"), В.Е.Зайденварп (п/о "Северокузбассуголь").

Ил.16, табл. 12, список лит. 10

I. ВВЕДЕНИЕ

Расширение области применения очистных механизированных комплексов на шахтах Кузбасса обусловило необходимость их внедрения на пластах с геологическими нарушениями.

Особенностью работы очистного забоя в зоне нарушения является резкое изменение в нем горнотехнических условий, вызывающих значительный объем немеханизированных работ, в результате чего ухудшаются технико-экономические показатели лавы.

Анализ работы механизированных комплексов показывает, что при переходе любого типа нарушения встречаются в основном три вида осложнений: наличие зоны ослабленных пород, необходимость присечки боковых пород, нарушение прямолинейности комплекса, вызывающее сокращение технологических зазоров в элементах комплекса, потерю устойчивости секций и др.

Существующее "Временное руководство по переходу разрывных флексурных нарушений комплексами с гидрофицированными крепями" [I] дает в основном методические указания, касающиеся физики процесса, создания экономико-математической модели, что ограничивает его использование на шахтах бассейна.

В данном руководстве, разработанном на основании обобщения опыта, изложены рекомендации по преодолению встречающихся осложнений в очистном забое, расчету необходимых технико-экономических показателей, оценке целесообразности перехода нарушения и предложены основные мероприятия по безопасному ведению работ.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА НАРУШЕННОСТИ ПОЛОГИХ И НАКЛОННЫХ ПЛАСТОВ

Пологие и наклонные пласты разрабатываются во всех основных угольных районах Кузбасса. Для Анжерского, Прокопьевско-Киселевского, Кемеровского, Осинниковского угольных районов характерным являются сложная гипсометрия залегания пластов, переменные мощность и углы падения, большая складчатость и нарушенность. Наиболее благоприятные горно-геологические условия разработки пологих и наклонных пластов на шахтах Ленинского и Беловского районов. Однако и здесь в пределах рабочих горизонтов двенадцати обследованных шахт имеется 224 геологических нарушения, в том числе с амплитудами 0,5 м - II7 (52,3%), от 0,5I до

I м - 59 (26,6%) и более I м - 48 (2I,I%), что в значительной степени осложняет подготовку и отработку шахтных и выемочных полей. В целом по бассейну величины амплитуд распределились следующим образом (табл. 2.I).

Таблица 2.I

Амплитуда, м	Количество нарушений	Частость
до 0,3	86	0,332
0,3I-I,0	I65	0,446
I,0I-I,7	62	0,I68
I,7I-2,4	28	0,0757
2,4I-3,0	II	0,0297
>3,0	I8	0,0486

Геологические нарушения с амплитудами до 0,5 м преимущественно обнаруживаются в период подготовки столбов к очистной выемке. Местные геологические нарушения (вадутия и пережимы пластов, небольшие взбросы и сдвиги малой протяженности и т.д.) выявляются только при отработке выемочных столбов. В некоторых случаях в период подготовки и отработки выявляется до I0-20 ранее неизвестных геологических нарушений. Характерно, что с увеличением угла падения возрастает нарушенность угольных пластов.

Анализ работы механизированных комплексов показывает, что наиболее часто нарушения встречались по пласту 3 шахты "Чертинская" (8,55 нарушений на I000 м подвигания комплекса), по пласту 4 шахты "Новая" (7,6 нарушений на I000 м). В целом по шахтам угольных районов примерно 30% действующих механизированных лав имеют геологические нарушения.

Углы встречи между линией очистного забоя и нарушением колеблются от 0 до 90^0. Нарушения в Ленинском районе расположены в основном по простиранию пласта (шахты "Кузнецкая", "Полысаевская" и др.) за исключением шахты им. С.М.Кирова, где преобладающий угол встречи составляет $0-20^0$. На других шахтах этот угол колеблется в пределах $20-70^0$. Распределение нарушений по углам встречи с очистным забоем в целом по бассейну представлено в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Угол встречи забоя с нарушением, град	Количество нарушений	Частость
0-I0	56	0,I5I
II-20	53	0,379
2I-30	88	
3I-40	33	0,0887
4I-70	I03	0,27I
7I-90	39	0,I05

Угол падения сместителя нарушений колеблется от I0 до 90° (табл. 2.3).

Таблица 2.3

Угол падения сместителя нарушения, град	Количество нарушений	Частость
II-20	69	0,I875
2I-30	50	0,I350
3I-40	3I	0,0842
4I-50	30	0,08I5
5I-60	57	0,I550
6I-70	64	0,I740
7I-80	43	0,II70
8I-90	24	0,0625

Наиболее часто встречающиеся типы геологических нарушений представлены на рис. 2.I.

3. УСЛОВИЯ И ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСОВ В ЗОНЕ НАРУШЕНИЯ

3.I. Условия работы

3.I.I. В местах геологических нарушений резко снижается крепость и устойчивость угля и вмещающих пород, увеличивается обводненность выработок, изменяется структурный и литологический состав окружающего очистной забой массива. Крупное геоло-

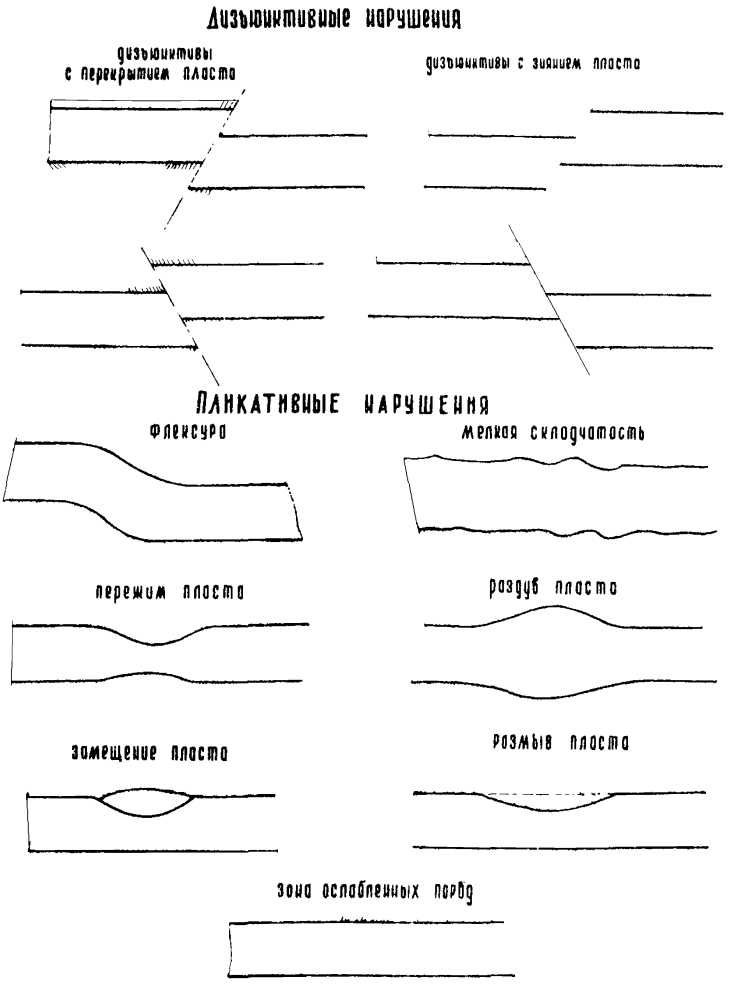


Рис. 2.1. Типы наиболее часто встречающихся геологических нарушений

гическое нарушение, как правило, сопровождается серией мелких. Изменения в структуре и устойчивости массива наблюдаются на протяжении 4-6 м с обеих сторон главных плоскостей сместителя.

3.I.2. При подходе к геологическому нарушению трещиноватость угля и вмещающих пород резко увеличивается и достигает 200 трещин и более на I м, связь между частицами горных пород ослабляется, и даже при незначительном обнажении массива он высыпается, образуя купола высотой до 5-7 м. Высыпанию пород способствуют знакопеременные нагрузки, создаваемые механизированной крепью в процессе ее распора, так называемое "топтание" кровли, и наличие плоскостей скольжения в трещиноватом массиве. Особенно сильно это явление проявляется при сместителе, падающем от забоя, а также при углах встречи, близких к нулю. В этих случаях куполообразование, распространенное по всей длине забоя, может привести к серьезным осложнениям в работе комплекса. Куполообразование в забое, кроме ухудшения качества добываемого угля, снижения уровня безопасности, приводит к большому объему немеханизированного труда, что предопределяет резкое снижение технико-экономических показателей.

3.I.3. При переходе геологических нарушений снижается надежность работы комплекса. Так, например, при переходе ряда нарушений комплексом КМ-8I по пласту 3 шахты "Чертинская" в течение 9 месяцев установлены коэффициент надежности (готовности) ($К_г$) и коэффициент простоев ($К_н$) (табл. 3.I).

Таблица 3.I

Отказы	При переходе нарушения			При нормальной работе	
	Простои, ч	$К_н$	$К_г$	$К_н$	$К_г$
Комбайн (механическая часть)	78	0,04I	0,96I	0,034	0,967
Лавный конвейер	I33	0,074	0,93I	0,I50	0,847
Механизированная крепь	222	0,I24	0,890	0,063	0,940
Вывалы породы	47I	0,262	0,790	0,026	0,975
В целом по комплексу	904	0,50I	0,665	0,273	0,786

Как видно из табл. 3.I, основные неполадки, вызывающие 77% простоев, заключаются в неисправности узлов секций гидравлической крепи (25%) и ведении работ по предупреждению и устранению вывалов породы из кровли и отжима угля из забоя (52%). Сравнение коэффициентов, характеризующих надежность работы комплекса в нарушении с коэффициентами $К_н$ и $К_г$ при нормальной работе комплекса, показывает, что простои из-за аварий с крепью увеличиваются в 2 раза, а из-за ликвидации вывалов породы - в I0 раз.

3.I.4. Наиболее типичными осложнениями в работе механизированных крепей являются:

- увеличение нагрузок на отдельные секции крепи, влекущие за собой деформации их элементов;

- ухудшение работы конвейера и его взаимодействия с механизированной крепью, вызванные частыми порывами цепи, разрывами соединительных элементов рештаков, повышенными изгибами става в горизонтальной и вертикальной плоскостях;

- вывалы породы в призабойное пространство с образованием куполов в обнаженной части кровли;

- усиленный отжим угля из забоя, сопровождаемый "обыгрыванием" секций впереди крепи;

- ухудшение работы крепи, вследствие необходимости правки секций из-за потери ими контакта с кровлей, поперечной и продольной устойчивости.

3.I.5. Потеря прочности породами почвы при переходе геологических нарушений на работе механизированных крепей отражается в меньшей степени. Наиболее чувствительны к этому явлению крепи без нижних оснований, например крепь М-8IЭ, которой требуется почва, обеспечивающая сопротивление сжатию не менее 300 $Н/см^2$. Остальные крепи обычно переходят нарушенные участки почвы без особых осложнений, исключая отдельные случаи "запахивания" оснований.

3.I.6. При переходе разрывных нарушений со значительной амплитудой присечка боковых пород в очистном забое является неизбежной. Это происходит вследствие того, что элементы комплекса, в частности секции крепи и конвейер-балка, взаимно увязаны и не могут совершать резких перемещений по вертикали, как того требует смещение пласта в зоне нарушения. Постепенный же пере-

вод комплекса вызывает необходимость присечки пород кровли или почвы. Присечка не всегда может быть осуществлена исполнительным органом комбайна, иногда для этого требуется применение буровзнывных работ.

3.I.7. Присечка пород вызывает усиленный износ и повышенную аварийность комбайна и забойного конвейера, а в случае применения буровзрывных работ - большую аварийность элементов гидравлики.

3.I.8. Объем присекаемых пород зависит главным образом от расстояния начала маневра комплексом до центра нарушения и от амплитуды нарушения, которая является одним из основных показателей трудности перехода нарушения.

3.I.9. Угол встречи нарушения с очистным забоем, под которым понимается острый угол, образованный линией нарушения и забоем, оказывает существенное влияние на технико-экономические показатели в процессе перехода нарушения. Накопленный опыт позволяет сделать вывод, что переход нарушений под углом, близким к нулю, когда очистной забой пересекает нарушение сразу по всей его длине, связан с большими трудностями, вызываемыми потерей прочности боковых пород и их присечкой одновременно по всему фронту. Этот фактор зачастую делает переход нарушения вообще неосуществимым. С другой стороны, при углах встречи близких к 90°, когда линия нарушения перпендикулярна очистному забою, зона нарушения растягивается на большие расстояния и в отдельных случаях может захватить весь выемочный столб. Работа в таких условиях может вызвать ухудшение технико-экономических показателей на длительный период и в конечном счете может превратить использование механизированного комплекса в этих условиях в экономически невыгодное мероприятие. Угол встречи нарушения определяет часть забоя или количество секций механизированной крепи, находящихся одновременно в зоне тектонического влияния.

3.I.I0. Угол падения сместителя является фактором, зависящим от взаимного расположения сместителя нарушения и плоскости очистного забоя, направление движения которого определяется принятой схемой раскройки выемочного поля. В ряде случаев он оказывает решающее значение на возможность перехода нарушения. Практика показывает, что при некоторых углах падения сместителя в сочетании с малыми углами встречи нарушения резко увеличивается высыпание пород

кровли в призабойное пространство и показатели работы комплекса, несмотря на незначительную амплитуду нарушения, также резко ухудшаются, а иногда дальнейшая работа комплекса становится невозможной. В то же время переход данного нарушения при обратном направлении движений очистного забоя незначительно отражается на показателях работы очистного забоя.

3.I.II. Каждое нарушение сопровождается, как правило, смещением крыльев пласта, что нарушает прямолинейность очистного забоя и вызывает необходимость маневрирования комплексом. Поднятием (опусканием) поочередно секций крепи по длине забоя достигается перевод всего комплекса на новый уровень, определяемый величиной амплитуды смещения. Этот перевод может быть осуществлен и одновременно по всей длине забоя, когда линия нарушения параллельна забою. Однако, как показывает практика, при этом возникают значительные трудности, которые могут привести к вынужденному демонтажу комплекса.

Основная сложность перевода на новый уровень при диагональном расположении нарушения заключается в том, что определенные части комплекса по длине забоя должны занять относительно друг друга непараллельное, смещенное положение, например, если основание одной секции располагается параллельно плоскости почвы, то основание следующей секции, чтобы осуществить маневр, должно занять наклонное положение в направлении как продольной, так и поперечной оси. Вследствие того, что абсолютная высота подъема секции изменяется по длине забоя, основания секций располагаются по сложной спирали. Параметры этой спирали зависят от степени разворота секций крепи или конвейер-балки комплекса относительно друг друга в вертикальной плоскости, перпендикулярной очистному забою, и определяются конструктивными возможностями комплекса.

3.I.I2. Наличие геологических нарушений приводит к отработке лав с неправильной конфигурацией выемочного поля, к необходимости перехода ранее пройденных выработок, к оставлению части лавы в нарушенной зоне и стыковке комплекса с вновь смонтированной за пределами этой зоны частью комплекса, что требует переориентации стыкуемой части по группе вновь смонтированных секций и др. Все эти осложнения вызывают необходимость маневрирования комплексом, т.е. изменения направления его подвигания путем разворота в плоскости пласта, что связано с нарушением технологического режима работы комплекса и снижением добычи.

3.I.I3. Переход пликативных нарушений, к которым относятся пережимы, вздутия, замещения и флексуры пласта, не является чем-то особенным и требующим другого подхода, чем при переходе разрывных нарушений, однако в некоторых случаях может привести к серьезным осложнениям в работе комплекса.

3.I.I4. Особое влияние на работу комплекса оказывают флексуры, которые могут занимать самое различное положение относительно забоя. Основными осложнениями, возникающими в процессе перехода этого типа нарушений, являются слабость и повышенная трещиноватость угля и боковых пород, а также необходимость изменения угла наклона секций в вертикальных плоскостях по простиранию и падению пласта, вызванная изменением его гипсометрии. В связи с тем, что возможности работы крепей при различных углах наклона секций по условиям устойчивости и конструктивному исполнению ограничены, для выполаживания углов производится присечка боковых пород. Подобное осложнение встречается и при переходе дизъюнктивных нарушений.

3.I.I5. Одним из сопутствующих факторов может быть повышенная обводненность поскольку само нарушение является хорошим естественным каналом для перемещения в толще пород как грунтовых, так и вод из открытых естественных и искусственных водоемов. Повышенная обводненность, как показывает опыт, может значительно осложнить работу комплекса, а иногда и сделать ее невозможной.

3.I.I6. Другим сопутствующим фактором может бать повышенная газоносность, которая сама по себе может резко снизить темпы выемки и создать опасные условия для работы.

3.I.I7. Степень сложности перехода геологического нарушения может определиться как одним преобладающим фактором, так и совокупностью перечисленных факторов.

3.2. Влияние параметров нарушения на сложность его перехода

3.2.I. За показатель сложности перехода нарушения принимается отношение нагрузки на забой во время перехода нарушения к средней нагрузке в период работы вне нарушенной зоны, которое позволяет исключить влияние на нагрузку других факторов, таких как параметры забоя, организация работ, состояние комплекса.

3.2.2. Влияние амплитуды нарушения, выраженной через отношение ее к мощности пласта h/m , представлено на графике рис. 3.I, из которого видно, что зависимость между производительностью очи-

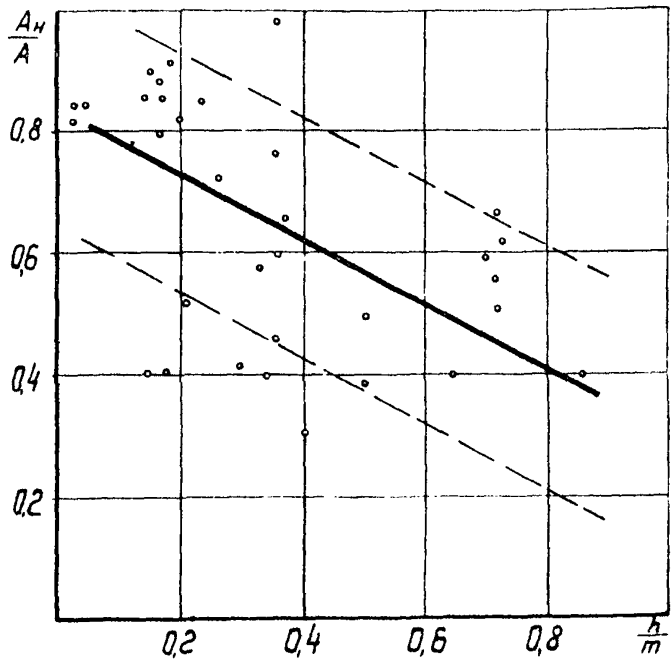


Рис. 3.I. Влияние амплитуды нарушения на производительность очистного забоя

стного комплекса и амплитудой близка к прямолинейной.

Для всех применяемых типов комплексов увеличение амплитуды нарушения ведет к уменьшению нагрузки на забой. Отклонение от линии регрессии вызвано влиянием прочности угля и вмещающих пород в зоне нарушения и другими факторами. Верхний предел (верхняя линия) соответствует благоприятным условиям перехода, характеризующимся устойчивыми, легко разрушаемыми исполнительным органом комбайна боковыми породами. Нижний предел (нижняя линия) обусловлен наиболее тежелыми условиями перехода: слабые сильно трещиноватые боковые породы, вызывающие куполение кровли или наоборот, весьма прочные породы, присечка которых вызывает необходимость применения буровзрывных работ. Уже при амплитуде 0,8 от мощности пласта нагрузка в благоприятных условиях снижается до 0,6 от нагрузки в нормальных условиях, а в неблагоприятных - до 0,2, т.е. в 5 раз по сравнению с нормальными условиями.

3.2.3. Зависимость изменения нагрузки на очистной забой от угла встречи нарушения (рис. 3.2) не является прямолинейной, наиболее резко кривые снижаются при углах встречи в диапазоне 0-30°. При дальнейшем увеличении угла кривые выполаживаются и его изменение мало влияет на изменение производительности комплекса. При одних и тех же значениях углов встречи нагрузка на забой при наличии слабых пород значительно ниже, чем для пород средней устойчивости и устойчивых. Особенно влияние слабых пород наблюдается при малых углах встречи с очистным забоем. Так, при угле встречи 10° нагрузка при слабых кровлях в 4,6 раза ниже, а при угле 45°- только в I,6 раза. В условиях средней устойчивости пород (рис. 3.2, кривая I) наиболее резкое снижение нагрузки наблюдается при углах встречи до 25°, а при слабых боковых породах (рис. 3.2, кривая 2) - до 35°. При углах встречи более 25-35° их изменение мало сказывается на изменение нагрузки.

Таким образом, рациональными, с точки зрения нагрузки на забой , следует считать углы встречи 20-30° для средней устойчивости боковых пород и 30-35° - для неустойчивых.

3.2.4. Значительное влияние на производительность комплекса оказывает угол падения плоскости сместителя нарушения (рис.3.3). Установлено, что при расположении плоскости сместителя под углом 55-80°"от забоя" резко снижается производительность забоя из-за сильного высыпания угля и пород кровли в призабойное пространство.

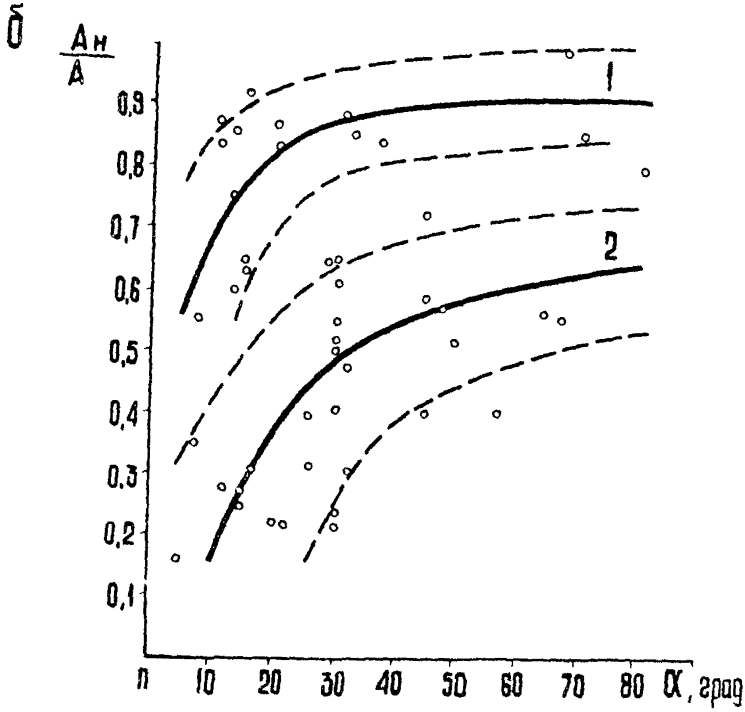


Рис. 3.2. Влияние угла встречи нарушения с забоем на производительность комплекса

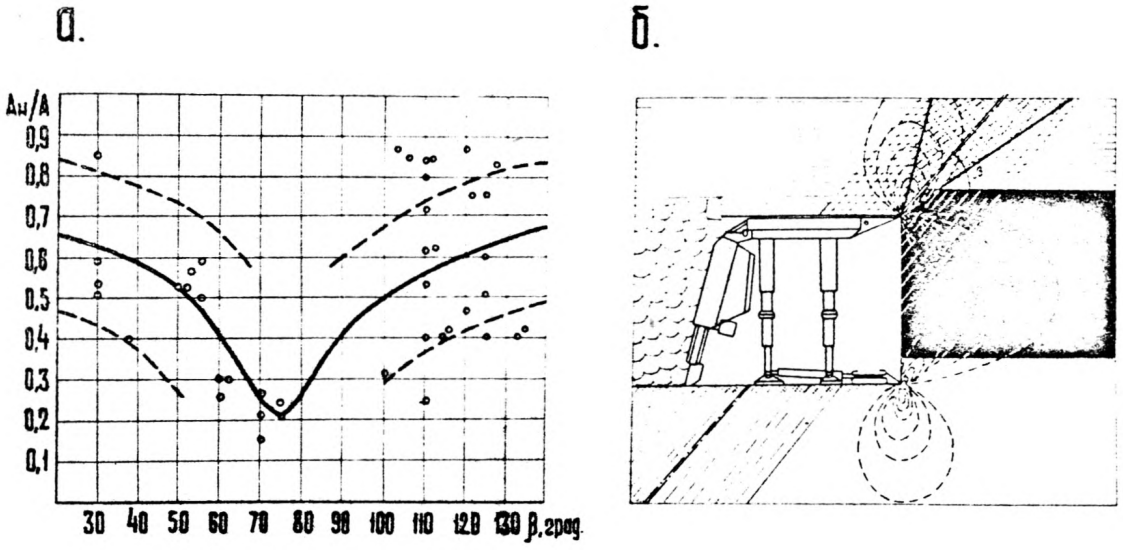


Рис. 3.3. Влияние угла падения сместителя на производительность очистного забоя

Это приводит к большому объему непроизводительных работ по уборке породы, возведению опережающего крепления, подбутовке образовавшихся пустот в кровле, правке секций и ликвидации аварий в результате деформации крепи. При падении плоскости сместителя под теми же углами, но "на забой" - это явление наблюдается в гораздо меньшей степени.

Приведенные данные показывают, что направление движения забоя относительно нарушения при определенных условиях может оказать решающее влияние на эффективность отработки нарушенного пласта. При выборе направления движения забоя необходимо, чтобы основная система трещиноватости, сопровождающая сместитель нарушения, падала на забой.

3.2.5. Особенно сильное влияние на производительность комплекса угол падения сместителя оказывает при наличии осложняющих факторов, таких как малый угол встречи нарушения с забоем и слабая прочность вмещающих пород, т.е. когда все секции комплекса или большинство их находятся в нарушенной зоне.

3.2.6. К наиболее опасным сочетаниям рассмотренных параметров и сопутствующих им осложнениям, как правило, приводящим к резкому ухудшению состояния забоя, следует отнести следующие: большая (более I,5-2 мощностей пласта) амплитуда смещения при угле встречи забоя с нарушением, близким к нулю; серия мелкоамплитудных (до одной мощности пласта) нарушений с малым углом встречи и падением сместителя от забоя; одиночные нарушения с углами встречи, близкими к нулю, широкой зоной весьма слабоустойчивых, трещиноватых с наличием плоскостей скольжения вмещающих пород.

4. ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТНЫХ РАБОТ

В соответствии с действующим положением на отработку нарушенного участка поля должны составляться мероприятия, в которых приводится характеристика нарушения, обосновывается целесообразность его перехода, составляются паспорта ведения горных работ, указываются меры контроля и безопасности в очистном забое.

Характеристика нарушения должна включать параметры нарушения (нормальную амплитуду, угол встречи с предполагаемым очистным забоем, угол падения сместителя относительно очистного забоя),

величину зоны нарушения с указанием состава и характеристики расположенных в ней боковых пород (прочность на сжатие, количество трещин на I м, слоистость). В характеристику нарушения входит построение разрезов по оконтуривающим подготовительным выработкам.

Целесообразность перехода нарушения обосновывается исходя из расчета по методике, изложенной в настоящем руководстве, которое является основанием для ведения дальнейших работ.

В случае принятия решения о переходе нарушения составляются паспорта ведения очистных работ и управления кровлей, которые включают выбор способа и варианта присечки боковых пород с составлением технологической карты перехода, мероприятия по преодолению зоны ослабленных пород и по управлению и эксплуатации комплекса, меры контроля и безопасности ведения очистных работ.

4.I. Переход зоны ослабленных пород

4.I.I. Ослабленными считаются породы, поддержание которых требует специальных дополнительных мер.

4.I.2. Ширина зоны ослабленных пород определяется по результатам описания трещиноватости пород по обе стороны от сместителя. За границу зоны влияния нарушения принимаются пункты, в которых суммарная интенсивность всех систем трещиноватости увеличивается на I5%. Если описание трещиноватости по каким-либо причинам отсутствует, то ширина по горизонтали зоны с повышенной интенсивностью трещиноватости с одной стороны сместителя приближенно определяется по методике ВНИМИ [2]

$$a = 6\sqrt{h},$$

где a - ширина зоны ослабленных пород с одной стороны от сместителя, м;

h - нормальная амплитуда смещения крыльев, м.

4.I.3. Основной задачей при преодолении зоны ослабленных пород является предупреждение куполообразования кровли, потому что после возникновения куполов ничто не препятствует их развитию. Горное давление, не имея опоры на секцию, передается на забой, вызывая усиленный отжим угля, что, в свою очередь, ведет к образованию куполов впереди крепи. Это наиболее тяжелый случай,

требующий, как правило, остановки забоя и возведения опережающей крепи.

4.I.4. Технологические мероприятия, предупреждающие или уменьшающие высыпание пород кровли в призабойное пространство, следующие:

- применение организации работ, обеспечивающей максимальную скорость подвигания забоя при полной ликвидации простоев;
- применение опережающей крепи, устройств и средств по удержанию стенки забоя;
- применение средств по удержанию пород кровли;
- выбор направления движения забоя, обеспечивающий угол встречи его с нарушением 20-35^{0} и падение плоскости сместителя на забой;
- изменение состояния вмещающих пород в зоне нарушения путем упрочнения их различными вяжущими или цементирующими веществами;
- применение механизированных крепей, обеспечивающих передвижку секций к забою с подпором кровли.

4.I.5. При слабо выраженном ослаблении пород кровли применяется перетягивание ее деревянными затяжками после прохода комбайна перед передвижкой секции (рис. 4.I,а). Затяжки устанавливаются диагонально к забою таким образом, чтобы консольная часть их поддерживала кровлю впереди следующей передвигаемой секции. Количество затяжек на I м длины лавы устанавливается из практики в соответствии со степенью ослабления кровли.

4.I.6. При значительных зонах ослабления возможно применение перетягивания кровли металлической сеткой по опыту шахты "Бутовская", где при отработке пласта комплексом КМ-87Э со слабоустойчивой и часто обрушающейся кровлей использовалась плетеная сетка № 20, что значительно улучшило условия работы в забое.

Предварительно сетка разрезается на полосы шириной 0,6-0,7м и сворачивается в рулон, который устанавливается на кронштейн, закрепленный на "качалке" очистного комбайна или его корпусе (рис. 4.I,б). По мере продвижения комбайна рулон раскатывается по кровле и в необходимых случаях сетка анкеруется, после чего подвигаются секции крепи.

4.I.7. В тяжелых случаях для удержания пород кровли возможно применение сварной сетки по типу арматурной из проволоки

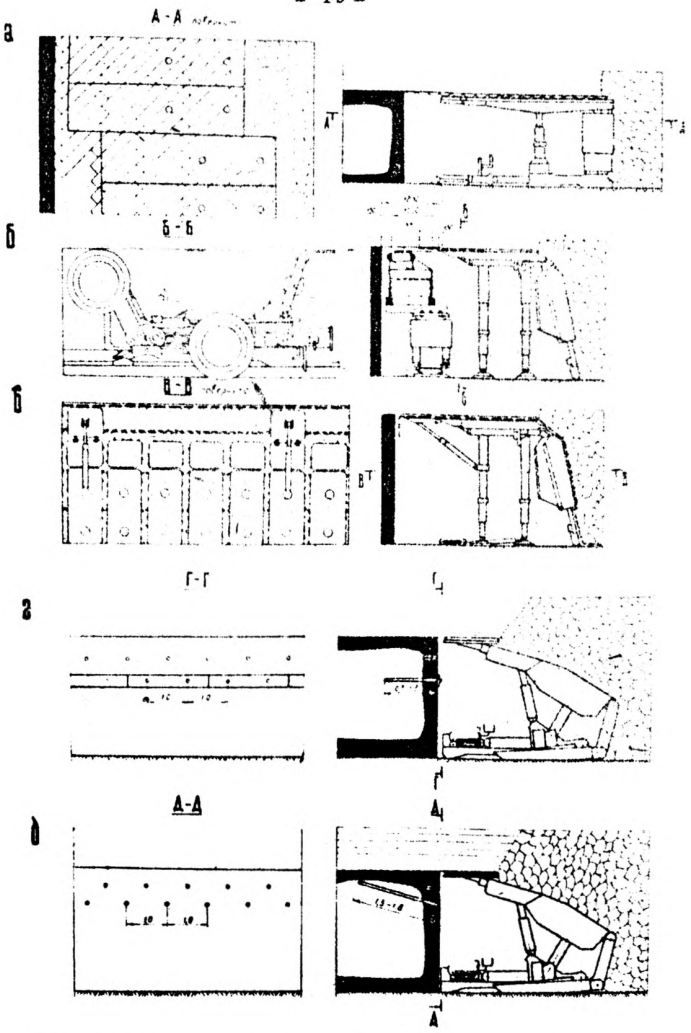


Рис. 4.I. Крепление очистного забоя в зонах ослабленных пород: а - затяжками; б- металлической сеткой; в - матами с быстроразъемными соединениями; г - деревянными анкерами с перетяжкой; д - разрезными деревянными анкерами

диаметром не менее 5 мм с ячейкой 50х50 мм или матов из металлической полосы площадью сечения 50х3,2 мм^2 с быстроразъемными соединениями, укладываемых и прижимаемых к кровле приспособлениями, устанавливаемыми на каждой пятой-седьмой секциях и включающими шарнирные поворотные козырьки, приводимые в движение гидродомкратами (рис. 4.I,в).

4.I.8. Анкерование забоя применяется в зоне нарушений в случаях сильного отжима и вывалов угля из забоя. В забое в один или в два ряда бурятся через каждый метр шпуры диаметром 43 мм на глубину 0,7-I,2 м. В шпуры вставляются деревянные анкеры и заклиниваются. В качестве перетяжки применяются доски толщиной 20-30 мм с высверленными в них отверстиями по диаметру анкеров. Анкерование производится вслед за проходом комбайна. При выемке следующей ленты анкерное крепление разрушается исполнительным органом комбайна. Анкерная крепь изображена на рис. 4.I,г. Улучшение эффективности деревянной анкерной крепи достигается применением анкеров, разрезанных на всю их длину по диагонали (рис.4.I,д). Образующиеся два клина вставляются в скважину и расклиниваются путем смещения одной его части относительно другой, этим достигается равномерное удержание анкера по всей длине (I,5-I,8 м) скважины. Наибольшая эффективность анкерования достигается при наличии трещиноватости и относительно крепких пород и угля, имеющих выраженную структуру.

4.I.9. Опережающая крепь "проколоты" возводится в особо сложных случаях, когда высыпание пород сопровождается отжимом угля впереди очистного забоя. Крепление осуществляется следующим образом (рис. 4.2,а). В зоне нарушения у кровли забоя тихоходным электросверлом бурятся скважины на глубину 2-3 м диаметром 43-70 мм, в которые вставляются металлические стержни или трубы. В особо тяжелых условиях диаметр скважины увеличивается до I30 мм, а в качестве опережающей крепи используются отрезки рудничных рельсов типа Р-I8. На рельсы вслед за проходом комбайна укладываются затяжки. Расстояние между "проколотами" определяется исходя из фактического состояния кровли и может варьировать от 0,5 до 2 м. Верхняки механизированной крепи подводятся под опережающую крепь. Скважины под стержни (рельсы) бурятся в два ряда в шахматном порядке с опережением одного ряда другим с таким расчетом, чтобы перекрывались концы их в соседних скважинах.

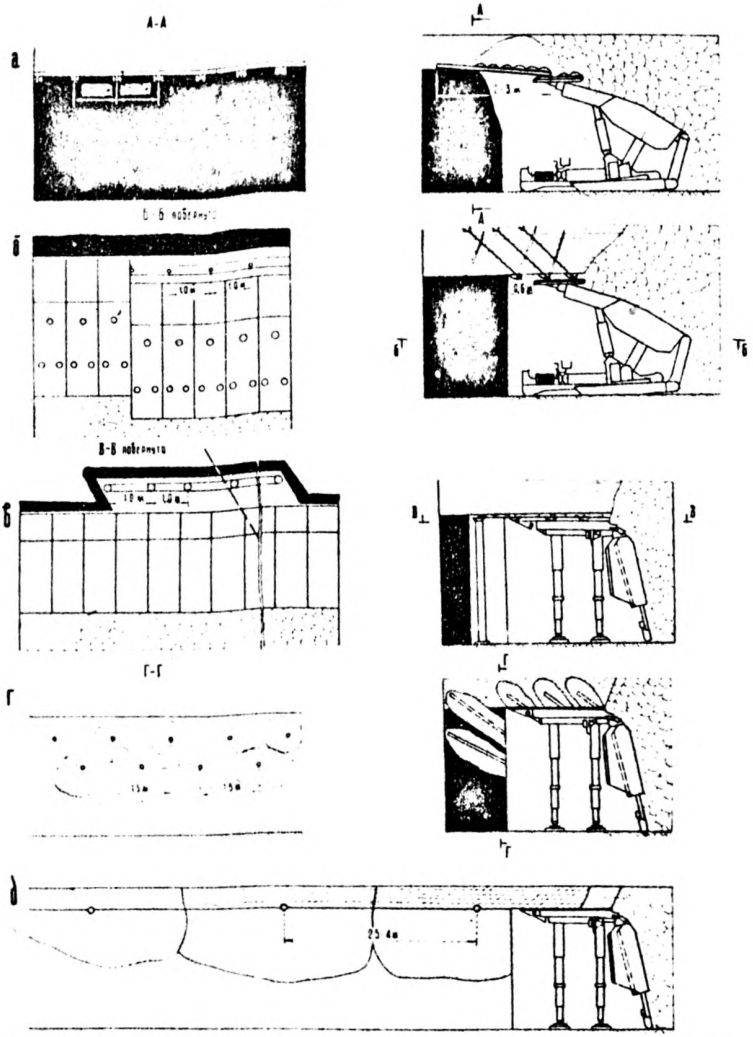


Рис. 4.2. Крепление очистного забоя в наиболее опасных зонах ослабления пород: а - опережающей крепью ("проколотами"); б - металлической анкерной крепью; в - опережающей выработкой; г - химическим упрочнением пород из очистного забоя; д - химическим упрочнением пород из подготовительных выработок

4.I.I0. При блочном обрушении кровли следует применять анкерование ее металлической анкерной крепью (рис. 4.2,б). Штанги в этом случае должны пересекать трещины основной системы трещиноватости.

4.I.II. В некоторых особо сложных условиях для перехода нарушения можно рекомендовать способ опережающей лавы, которая проходится с применением буровзрывных работ и крепится деревянной или металлической инвентарной крепью, затем в закрепленное пространство перемещается механизированная крепь. Как разновидность этого способа возможно применение опережающих подхватов в очистном забое (рис. 4.2,в).

4.I.I2. В особо сложных условиях при наличии широкой зоны ослабленных пород и углах встречи нарушения близких к нулю следует применять химическое упрочнение пород полиуретановыми или мочевиноформальдегидными смолами в соответствии с руководствами [9] и [I0]. При этом возможны два варианта паспортов упрочнения: скважинами пр·буренными из очистного забоя (рис. 4.2,г) и из оконтуривающих выработок (рис. 4.2,д).

4.2. Выбор способа и варианта присечки боковых пород

4.2.I. При амплитуде меньшей, чем разность между мощностью пласта в зоне нарушения и минимальной раздвижностью крепи с учетом запаса раздвижности, гарантирующего от вероятности посадки гидравлических стоек нажестко, переход нарушений производится без присечки боковых пород. Это условие выражается неравенством

$$h \leq m - (h_{min} + \delta), \qquad (4.I)$$

где h – нормальная амплитуда смещения пласта, м;

m – мощность пласта в нарушенном месте, м;

h_{min} – минимальная высота крепи, м;

δ – запас раздвижности, гарантирующий от посадки стоек нажестко, по опыту работы δ следует принимать 0,I5–0,35м.

При отсутствии влияния других факторов, например куполообразования, переход такого нарушения не оказывает существенного воздействия на технико-экономические показатели и общее состояние механизированного комплекса. Если амплитуда больше и не отвечает условиям неравенства (4.I), то присечка боковых пород неизбежна.

4.2.2. При слабых вмещающих породах, крепость которых не превышает 4 по шкале проф. М.М.Протодьяконова, присечка может быть произведена исполнительным органом комбайна. Это условие выражается неравенством

$$h \leq (m + m_к) - (h_{min} + \delta), \qquad (4.2)$$

где $m_к$ - мощность слабых пород с $f < 4$, контактирующих с почвой или кровлей, м.

4.2.3. Выемка пород с $f > 4$ при амплитудах больших, чем приведенная в неравенстве (4.2), требует применения буровзрывных работ.

4.2.4. Выбор варианта присечки устанавливает целесообразность выемки тех или иных пород исходя из наименьшей трудоемкости работ по переходу нарушения с учетом в основном трех факторов: устойчивости пород, их крепости и объема присечки.

4.2.5. Устойчивость пород кровли оказывает существенное влияние на выбор варианта присечки. Если в кровле пласта залегают весьма слабые породы, обрушающиеся вслед за проходом комбайна, т.е. породы, удержать которые имеющимися средствами не представляется возможным, необходимо производить присечку кровли, что позволит сократить количество породы, поступающей в призабойное пространство. Присечка почвы в этом случае только увеличит количество вынимаемой породы. Если мощность весьма слабых пород превышает амплитуду нарушения, необходимо применять средства упрочнения массива и мероприятия по переходу зоны ослабленных пород.

4.2.6. Устойчивость почвы не оказывает значительного влияния, за исключением тех случаев, когда в ней залегают пучащие породы. Если мощность таких пород не превышает амплитуду нарушения, следует производить их выемку. С увеличением мощности этих пород необходимы специальные меры по устранению попадания воды в лаву; перетяжка почвы лесом или упрочнение ее вяжущими синтетическими смолами.

4.2.7. Если прочность и устойчивость боковых пород равнозначны и не накладывают ограничений, рассмотренных выше, выемку следует вести с присечкой и кровли, и почвы.

4.2.8. Выбор варианта присечки, особенно при значительных амплитудах, должен производиться уже на стадии проведения окон-

туривающих подготовительных выработок. С целью осуществления принятого варианта присечки необходимо произвести перекрепку подготовительных выработок с таким расчетом, чтобы угол наклона штрека при его переходе с одного крыла нарушения на другое не превышал предельного угла траектории движения секции комплекса, который по данным практики составляет 8-10°, а начало изменения его направления соответствовало принятому началу маневра комплексом, что устраняет рассогласование между направлением движения комплекса и примыкающего к очистному забою штрека.

4.3. Определение объема присекаемых пород для одиночного нарушения

4.3.1. При выборе варианта присечки необходимо, чтобы полный объем присекаемых пород за весь период перехода нарушения был минимальным.

4.3.2. Полный объем присекаемых пород зависит от амплитуды, длины лавы, угла падения сместителя, угла наклона траектории движения секции при переходе нарушения и положения начала маневра относительно центра нарушения. Точность расчетов при этом определяется полнотой информации о характере нарушения, его параметрах, что представляет определенную трудность из-за многообразия и сложности встречающихся дизъюнктивных нарушений.

4.3.3. Объем присекаемых пород при переходе одиночного нарушения, амплитуда которого не изменяется в пределах очистного забоя и не превышает мощности пласта (рис. 4.3), определяется объемами призм, площади оснований которых равны площадям присекаемых пород ($K\Lambda C$ и AMN) в разрезе плоскостью, перпендикулярной пласту и простирающейся в направлении движения забоя, а высота равна длине лавы L . Контур АБСД (рис. 4.3) в разрезе, ограниченный траекториями движения основания и перекрытия секции и линиями забоя в начале маневра и в его конце, так называемый параллелограмм перехода нарушения, характеризует соотношение угля и породы в вынимаемой горной массе. Все породы, находящиеся внутри этого параллелограмма, подлежат выемке. Наклон параллелограмма определяется углом θ траектории движения секции к линии простирания, принимаемый 8-10°, а его длина - величиной амплитуды смещения крыльев нарушения.

Для более общего случая, когда вынимаемая мощность равна мощности пласта, а амплитуда изменяется по длине лавы, объем может

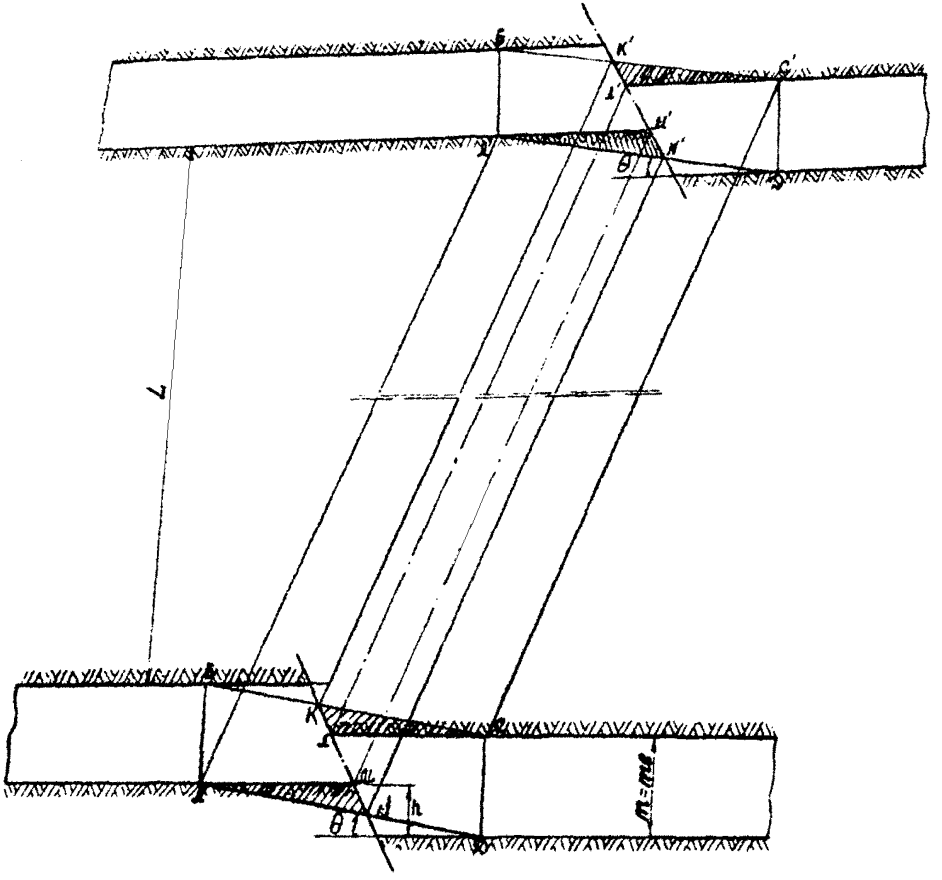


Рис. 4.3. Расчетная схема для определения объема присекаемых пород

быть найден из выражения

$$V = \frac{L}{3}\left[\left(S_{кр} + S'_{кр} + \sqrt{S_{кр}\,S'_{кр}}\right) + \left(S_{пог} + S'_{пог} + \sqrt{S_{пог}\,S'_{пог}}\right)\right], \quad (4.3)$$

где L – длина лавы или длина, на которой амплитуда нарушения затухает до нуля, м;

$S_{кр}$, $S'_{кр}$ – площади присекаемых пород по кровле соответственно в сечениях по конвейерному и вентиляционному штрекам, м^2,

$$S_{кр} = \frac{1}{2K}\left(hK \pm \frac{m + h}{2\,tg\beta} - l\right)^2, \quad (4.4)$$

$$S'_{кр} = \frac{1}{2K}\left(h_1K \pm \frac{m + h_1}{2\,tg\beta} - l\right)^2; \quad (4.5)$$

h, h_1 – амплитуда нарушения соответственно по конвейерному и вентиляционному штрекам, м;

m – мощность пласта, м;

β – угол падения сместителя (острый) в плоскости, перпендикулярной пласту, простирающейся в направлении движения забоя, град;

K – геометрический коэффициент,

$$K = \frac{1}{tg\theta} \pm \frac{1}{tg\beta}. \quad (4.6)$$

знак минус принимается при нарушения с зиянием пласта, а плюс – с перекрытием);

$S_{пог}$, $S'_{пог}$ – площади присекаемых пород по почве в сечениях соответственно по конвейерному и вентиляционному штрекам, м^2,

$$S_{пог} = \frac{1}{2K}\left(hK \pm \frac{m + h}{2tg\beta} - l_1\right)^2, \quad (4.7)$$

$$S'_{пог} = \frac{1}{2K}\left(h_1K \pm \frac{m + h_1}{2tg\beta} - l_1\right)^2, \quad (4.8)$$

l, l_1 – расстояние от забоя до центра нарушения соответственно в момент начала и конца маневра, м.

Знак в формулах (4.4),(4.5),(4.7),(4.8),(4.9),(4.10) принимается плюс, когда нарушение с зиянием пласта, а минус – с перекрытием. Эти формулы имеют ограничения по применимости, выражающиеся неравенствами:

$$\frac{h}{tg\theta} \pm \frac{m - h}{2tg\beta} \geq l \geq \pm \frac{m + h}{2tg\beta}; \quad (4.9)$$

$$\frac{h_1}{tg\theta} \pm \frac{m - h_1}{2tg\theta} \geq \ell \geq \pm \frac{m - h_1}{2tg\beta} . \qquad (4.10)$$

Расстояние ℓ может иметь отрицательное значение в том случае, когда центр нарушения находится за контуром параллелограмма перехода.

Соотношение между ℓ и ℓ_1 определяется

$$\ell_1 = \ell_{пер} - \ell \; ; \quad \ell_{пер} = \frac{h}{tg\theta} . \qquad (4.11)$$

4.3.4. Расчетные зависимости объема присекаемой породы от расстояния между геометрическим центром нарушения и началом присечки для амплитуды нарушения 0,5 от мощности пласта, не изменяющейся в пределах лавы и различных углах падения сместителя β, при $\theta = 9^0$, представлены на рис. 4.4,а. По оси ординат отложено отношение объема присечки при любом расстоянии между геометрическим центром нарушения и началом маневра комплексом к максимальному объему присечки ($V_{max}, м^3$) при $\beta = 90^0$, которыи определяется по формуле

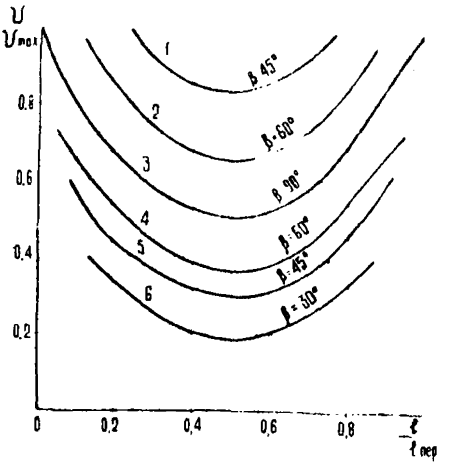
$$V_{max} = \frac{h^2 L}{2tg\theta} . \qquad (4.12)$$

По оси абсцисс отложено отношение расстояния от точки начала маневра до геометрического центра нарушения к полному расстоянию перехода нарушения ℓ пер.

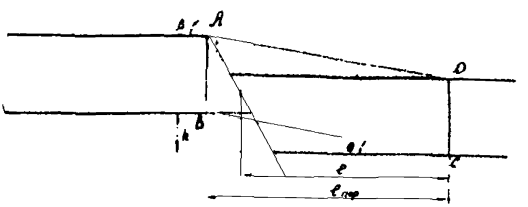
Зависимости построены для двух наиболее распространенных видов дизъюнктивов: с зиянием пласта (рис. 4.4,б) и перекрытием его (рис. 4.4,в). Характер кривых показывает, что при всех углах падения сместителя минимальный объем присечки наблюдается при расстоянии между началом маневра и центром нарушения, равном 0,5 длины перехода, т.е. когда центр параллелограмма перехода совпадает с геометрическим центром нарушения, при увеличении или уменьшении этого расстояния объем присекаемой породы увеличивается, причем чем далее, тем интенсивнее. С достаточной для практики точностью можно считать, что изменение расстояния ℓ от 0,4 до 0,6 от длины перехода не влияет на объем присекаемой породы, который при этом изменяется на 2-5%.

Минимальный объем присекаемой породы в дизъюнктивах с зиянием пласта всегда больше, чем в дизъюнктивах с перекрытием пласта. Для наиболее распространенных в Кузбассе углов падения

а



б



в

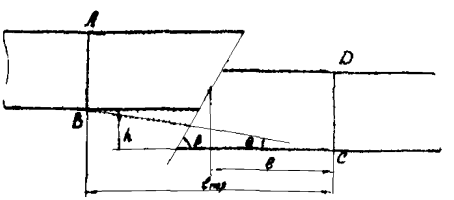


Рис. 4.4. Зависимости объема присекаемой породы от расстояния между началом маневра и центром нарушения (А) и расчетные схемы для дизъюктива с зиянием (б) и перекрытием пласта (в):
I,2,3, - для дизъюнктива с зиянием пласта;
4,5,6 - для дизъюнктива с перекрытием пласта

сместителя 50-80° минимальное значение отношения V/V_{max} при дизъюнктивах с перекрытием колеблется 0,30 до 0,36, т.е. от 64 до 92%, а при дизъюнктивах с зиянием, соответственно 0,65-0,84 или от I06 до I52% от минимального значения объема присечки при $\beta = 90^0$, который определяется по формуле

$$V_{min} = \frac{h^2 L}{4 tg\theta} . \qquad (4.I3)$$

4.3.5. Полный объем присекаемой породы в зависимости от принятого варианта присечки (положения начала маневра комплексом) может колебаться в значительных пределах (в 2 раза и более) Минимальный объем присекаемой породы достигается при соотношении

$$\ell = \frac{h}{2 tg\theta} . \qquad (4.I4)$$

4.3.6. В том случае, когда вынимаемая мощность ($m_в$) меньше мощности пласта, что имеет место при оставлении у кровли угольных пачек или при работе крепи на минимальной раздвижности в процессе перехода нарушения (рис. 4.5), общий объем присекаемой породы может быть найден из формулы (4.3), где сечение присекаемых пород по почве (площадь $\mathcal{D}, K, N_1$) определяется из формул (4.7),(4.8), а по кровле (площадь KMN) находится из выражений:

$$S_{кр} = \frac{1}{2K}\left(\frac{h-(m-m_в)}{tg\theta} - \ell \pm \frac{m-h}{2tg\beta}\right)^2; \qquad (4.I5)$$

$$S'_{кр} = \frac{1}{2k}\left(\frac{h_1-(m-m_в)}{tg\theta} - \ell \pm \frac{m-h_1}{2tg\beta}\right)^2. \qquad (4.I6)$$

Формулы (4.I5) и (4,I6) справедливы при соблюдении следующих неравенств:

$$h \le m; \qquad (4.I7)$$

$$\frac{h-(m-m_в)}{tg\theta} \pm \frac{m-h}{2tg\beta} \ge \ell \ge \pm \frac{2m_в-m-h}{2tg\beta}; \qquad (4.I8)$$

$$\frac{h_1-(m-m_в)}{tg\theta} \pm \frac{m-h_1}{2tg\beta} \ge \ell \ge \pm \frac{2m_в-m-h_1}{2tg\beta}. \qquad (4.I9)$$

Знаки в формулах принимаются аналогично формулам (4.4) и (4.5) и неравенствам (4.9) и (4.I0).

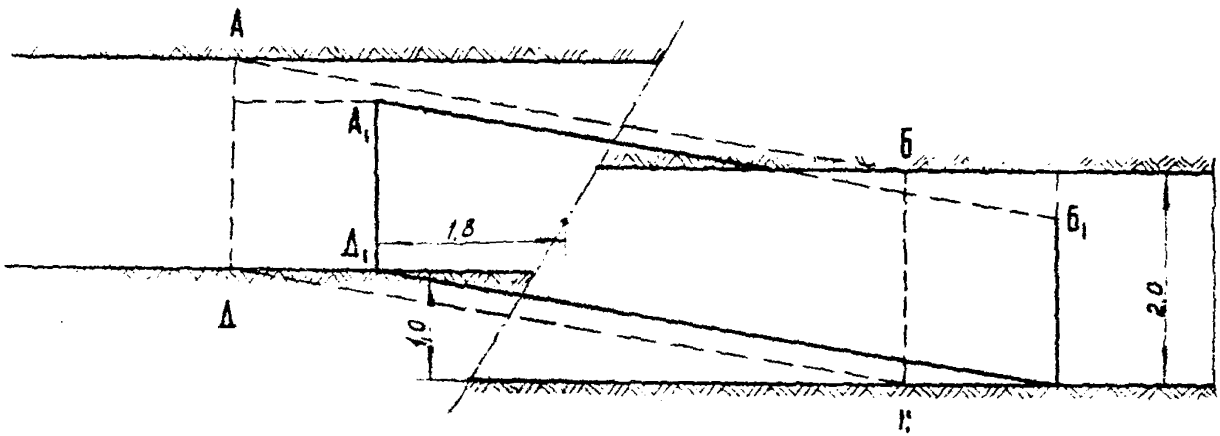


Рис. 4.5. Расчетная схема для определения объема присечки породы при работе крепи с минимальной раздвижностью

4.3.7. Объем присекаемых пород для случая, представленного в п. 4.3.6, будет минимальным при $S_{кр} = S_{пов}$, тогда расстояние от начала маневра до центра нарушения определяется по формуле, полученной из этого условия,

$$\ell = \frac{h - m - m_в}{2 tg\theta} . \qquad (4.20)$$

Расстояние ℓ_1 до конца маневра может быть получено из выражения

$$\ell_1 = \ell_{пер} - \ell, \quad \ell_1 = \frac{h + (m - m_в)}{2 tg\theta} . \qquad (4.21)$$

Приведенные данные показывают, что в данном случае центр нарушения не совпадает с центром параллелограмма перехода.

4.3.8. На рис. 4.6 представлена номограмма определения полного объема присекаемых пород, приходящегося на I м длины лавы ($S, м^3$) для случая, описанного в п. 4.3.3, в зависимости от амплитуды нарушения, его характера, угла падения сместителя и расстояния от начала маневра до центра нарушения.

На вертикальной шкале I отложен объем присекаемой породы ($S, м^3$). На горизонтальной шкале нанесено расстояние начала маневра комплекса до центра нарушения в пределах длины перехода. На кривой П отложены минимальные значения присечки для различных амплитуд. Для удобства пользования шкала I снесена в левую часть (шкала I^I), где по горизонтали нанесены углы падения сместителя для нарушений с зиянием (слева от шкалы $I^{I)}$ и перекрытием пласта (справа от шкалы I^I).

В правой части номограммы построены кривые изменения объема присечки в зависимости от положения начала маневра комплексом для нарушений с различными амплитудами и углом падения сместителя $\beta = 90^0$. Поправка найденного объема присечки в зависимости от угла падения сместителя и характера нарушения представлены в левой части номограммы.

Задаваясь амплитудой нарушения, на кривой П находят точку, ордината которой дает минимальный объем присекаемой породы, а абсцисса – расстояние от сместителя, на котором следует начинать маневрирование комплексом, чтобы обеспечить такой объем присечки.

При углах падения сместителя, отличающихся от 90^0, значение

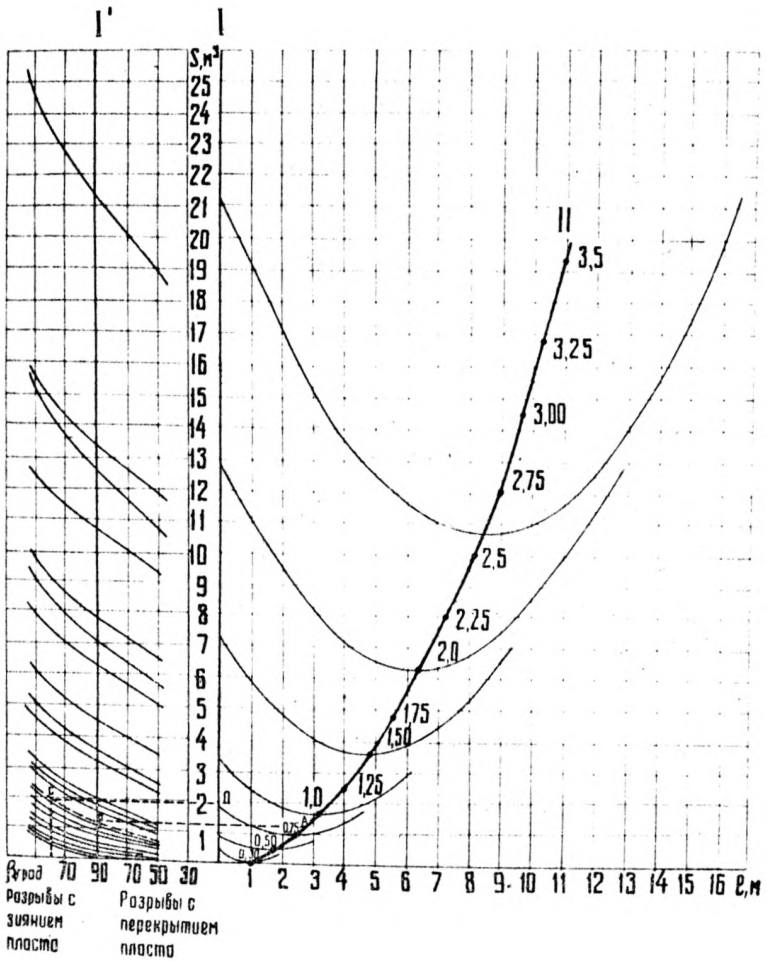


Рис. 4.6. Номограмма для определения полного объема присекаемых пород, приходящегося на I м длины лавы

присечки со шкалы I сносится на шкалу I^I в левую часть номограммы, затем по кривой, соответствующей этой точке, в зависимости от заданного угла падения сместителя и характера нарушений (с зиянием или с перекрытием пласта), находят точку, которая сносится на шкалу I или I^I, где получается истинное значение объема присечки для разрывного нарушения с заданными амплитудой и углом падения сместителя.

Для значений амплитуд и углов падения сместителя, не совпадающих с нанесенными кривыми, определение объемов присечки производится путем интерполяции между двумя ближайшими значениями.

Если по условиям технологии невозможно присекать в равной степени почву и кровлю, т.е. когда начало маневра технологически определяется расстоянием, не равным 0,5 $\ell_{пер}$, то, задаваясь началом маневра, также можно определить объем присекаемой породы по данной амплитуде и углу падения сместителя.

В случае, когда вынимаемая мощность в процессе перехода нарушения меньше мощности пласта в нормальных условиях, при определении объема присекаемой породы вместо амплитуды нарушения h принимается условная амплитуда h_y , определяемая по формуле

$$h_y = h \cdot (m - m_в), \qquad (4.22)$$

где h - амплитуда смещения, м;

m - мощность пласта при работе комплекса в нормальных условиях, м;

$m_в$ - вынимаемая мощность пласта при переходе нарушения, м.

Полный объем присечки за период перехода всего нарушения в данном выемочном блоке определяется путем умножения найденного по номограмме объема присекаемой породы (S) на длину лавы.

4.3.9. В случае более сложного нарушения, чем рассмотренные, а также при переходе нарушений других типов необходимо применять графический метод определения полного объема присекаемых пород и выбора варианта присечки (начала маневра комплексом). Суть метода заключается в следующем.

Строятся разрезы по оконтуривающим штрекам с нанесением на них размеров, крепости и устойчивости вмещающих пород, которые определяют характер нарушения и его положение. Далее строится параллелограмм перехода нарушения с вертикальной стороной, равной минимальной вынимаемой мощности, и горизонтальной длиной перехода (ℓ пер), равной амплитуде h смещения крыльев нарушения,

деленной на тангенс угла траектории движения комплекса 8-10°. Параллелограмм совмещается с нарушением, и принимается решение о способе присечки, основные принципы которого изложены в разделе 4.2 и 4.3. После этого на основании графических данных подсчитываются площади сечения породы в контуре параллелограмма перехода, а также площади угля за его пределами для подсчета потерь. Вычисляется общий объем присекаемой породы в зависимости от характера затухания нарушений, как суммарные объемы пирамид присечки. Принятое решение о расположении параллелограмма перехода определяет положения начала и конца траектории движения комплекса.

4.4. Определение объема присечки при переходе группы нарушений

4.4.1. При наличии группы мелкоамплитудных нарушений с плоскостями смещения, падающими в одном или различных направлениях, рациональный способ перехода выбирается методом рассмотрения различных вариантов маневрирования комплексом с учетом минимума присечки породы. На вертикальном разрезе нарушенной зоны строится параллелограмм перехода для каждого нарушения в отдельности или групп нарушений, выбираются наиболее рациональные варианты перехода и геометрически определяются площади треугольников (или других фигур) присекаемых пород, находящихся в контурах параллелограммов переходов. Суммарные объемы присекаемых пород при различных вариантах сравниваются друг с другом, и принимается вариант, обеспечивающий минимальную присечку породы.

4.4.2. При сложных многократных смещениях пласта, когда плоскости смещения расположены близко друг от друга, на расстоянии менее длины перехода нарушения, маневрирование комплексом из условия минимальной присечки может вызвать многократные изгибы комплекса, приводящие к его частой аварийности. В этом случае параллелограмм перехода комплекса с одного крыла нарушения на другое следует строить как для одного суммарного нарушения, амплитуда которого равна алгебраической сумме амплитуд всех нарушений, входящих в его состав.

4.4.3. В том случае, когда нарушения отстоят на значительном расстоянии, превышающем длину перехода нарушения, и в плоскости пласта не перекрывают друг друга, рациональным будет переход, обеспечивающий минимальную присечку в каждом нарушении в отдельности.

4.5. Примеры расчета объемов присекаемой породы и выбора варианта присечки

4.5.I. При отработке пласта мощностью m=2,3 м комплексом ОКП встречено дизъюнктивное нарушение типа сброс с зиянием пласта. Нормальная его амплитуда смещения h =I,I5 м (0,5 мощности пласта) не изменяется по всей длине лавы. На разрезах по конвейерному и вентиляционному штрекам угол падения сместителя в плоскости, перпендикулярной пласту и направленной по простиранию, β =60°. Почва и кровля пласта - аргиллит средней устойчивости, средней крепости, по шкале проф. М.М.Протодьяконова f=3. Длина лавы L =I00 м.

Так как крепость и устойчивость почвы и кровли одинаковы, принимаем способ присечки мелкоступенчатый с присечкой пород кровли и почвы с помощью комбайна. Угол наклона траектории движения комплекса θ в период перехода с одного крыла нарушения, не нарушающий его нормальной работы, по данным практики принимается 9°. Зная амплитуду смещения и угол θ , определяем длину перехода

$$\ell_{пер} = \frac{h}{tg\theta} = \frac{1,15}{0,158}\ м = 7,4\ м.$$

Учитывая, что в момент перевода комплекса на новый уровень крепь будет работать при минимальной раздвижности, вынимаемая мощность при переходе будет равна минимальной высоте крепи плюс минимально необходимый запас раздвижности стоек 200-300мм, т.е. $m_в$=2 м. Расстояние начала маневра до центра нарушения (см. рис. 4.5), при котором объем присечки будет минимальным, определяется по формуле (4.20)

$$\ell = \frac{h - m_в + m_{вын}}{2tg\theta} = \frac{1,15 - 2,3 + 2,0}{2 \cdot 0,158}\ м = 2,7\ м,$$

при этом расстояние от центра нарушения до конца маневра будет

$$\ell_1 = \ell_{пер} - \ell = (7,4 - 2,7)\ м = 4,7\ м.$$

Коэффициент К для нарушения типа сброс с зиянием пласта определяется по формуле (4.6)

$$K = \frac{1}{tg\theta} - \frac{1}{tg\beta} = \frac{1}{0,158} - \frac{1}{1,73} = 5,76.$$

Объем присекаемой породы определяется по формуле (4.3), так как $S_{кр} = S'_{кр}$ и $S_{пог} = S'_{пог}$, то из условия постоянства амплитуды нарушения формула (4.3) примет вид:

$$V = L\,(S_{кр} + S_{пог}).$$

Площадь присечки по кровле определяется по формуле (4.I5)

$$S_{кр} = \frac{1}{2K}\left[\frac{h-(m_в - m_{в\,min})}{tg\,\theta} - \ell + \frac{m-h}{2\,tg\,\beta}\right]^2 =$$

$$= \frac{1}{2\cdot 5{,}76}\left[\frac{1{,}15\cdot(2{,}3-2)}{0{,}158} - 2{,}7 + \frac{2{,}3-1{,}15}{11{,}52}\right]^2 м^2 = \frac{9{,}5}{11{,}52}\,м^2 = 0{,}85\,м^2.$$

Так как минимальный объем присечки обусловлен равенством площадей присекаемых пород по почве и кровле, то полный объем присекаемой породы находится из выражения

$$V = L\,2\,S_{кр} = (100\cdot 2\cdot 0{,}85)\,м^3 = 170\,м^3.$$

Если бы переход осуществлялся на максимальной раздвижности (параллелограмм АБСД рис. 4.7,а), т.е. $m_в = m$, то объем присекаемой породы, определяемый по формуле (4.3) и (4.4), был бы равен:

$$V = \frac{2\cdot 100}{2\cdot 5{,}76}\left(\frac{1{,}15}{0{,}156} - 3{,}4 + \frac{2{,}3-1{,}15}{2\cdot 1{,}73}\right)^2 м^3 = 278\,м^3.$$

4.5.2. Выбрать для условий, представленных в п. 4.5.I, вариант присечки, расстояние начала траектории движения комплекса от центра нарушения и общий объем присекаемых пород по номограмме, представленной на рис. 4.6.

Учитывая, что вынимаемая мощность $m_в$ меньше мощности пласта m, условная амплитуда рассчитывается по формуле

$$h_y = h - (m - m_в) = 1{,}15 - (2{,}3 - 2{,}0)\,м = 0{,}85\,м.$$

По номограмме (см. рис. 4.6) для этой амплитуды (точка А) находится минимальный объем присекаемых пород на I м длины лавы за весь период перехода нарушения (I,2 $м^3$). Из точки А проводится горизонтальная прямая АВ до пересечения с вертикальной шкалой I^I. Так как на графике нет кривой, соответствующей точке А, интерполируем ее по уже имеющимся (пунктирная кривая ВС). Из точки, соответствующей углу $\beta = 60^0$ и нарушению с зиянием пласта, проводится вертикальная прямая до пересечения с кривой ВС (точка С), затем из точки С - горизонтальная прямая СД до пересечения с осью

объемов (точка Д), и находится искомый объем, равный I,8 м^3. Умножая его на длину лавы, получаем I80 м^3. Проводя из точки А вертикальную прямую до горизонтальной оси, находим расстояние до центра нарушения (2,7 м), с которого нужно начать маневр, чтобы получить минимальный объем присечки.

Разница между значениями объемов, рассчитанных по формулам и номограмме, зависит от мощности пласта и точности отсчетов и может составлять 8-I0%.

4.5.3.Рассчитать объем присечки и начало маневра комплексом для случая, указанного в п. 4.5.I, осложненного изгибом пласта в зоне нарушения. Разрез по штреку представлен на рис. 4.7,б.

Учитывая сложность конфигурации зоны нарушения, принимается графический метод расчета. На разрезе наносится центр нарушения О как половину отрезка АВ, далее строится параллелограмм перехода нарушения с высотой, равной вынимаемой мощности, и длиной перехода, равной частному от деления амплитуды на тангенс угла наклона траектории движения комплекса. Параллелограмм совмещается с нарушением таким образом, чтобы площади присекаемых пород внутри его контура были минимальными при наименьшем количестве перегибов траектории движения комплекса. На рис. 4.7,б представлено три варианта размещения параллелограмма перехода относительно центра нарушения. Первый вариант принят из условия, что крылья пласта за пределами зоны нарушения смещены незначительно друг относительно друга, и переход может быть осуществлен при минимальном изменении траектории движения комплекса, площадь сечения присекаемых пород в контуре КLЗД составит 5,29 м^2. При втором варианте комплекс движется на восстание, пока он не достигнет предельного угла устойчивости секции, а затем под углом 9^0 опускается на нижележащее крыло, площадь сечения присекаемых пород при этом в контуре РВДЕ будет 4,I3 м^2. В третьем варианте комплекс движется на восстание под предельным углом устойчивости секции до того момента, когда площади присечки почвы и кровли будут равны, и затем опускается на нижележащее крыло. Присекаемая площадь при этом составляет 3,45 м^2.

Принимается вариант, обеспечивающий минимальный объем присечки, равный для лавы длиной I00 м,- 345 м^3.

Точка начала траектории движения комплекса при этом находится на расстоянии I,5 и от центра нарушения.

4.5.4. Рассмотрим в качестве примера переход нарушения типа

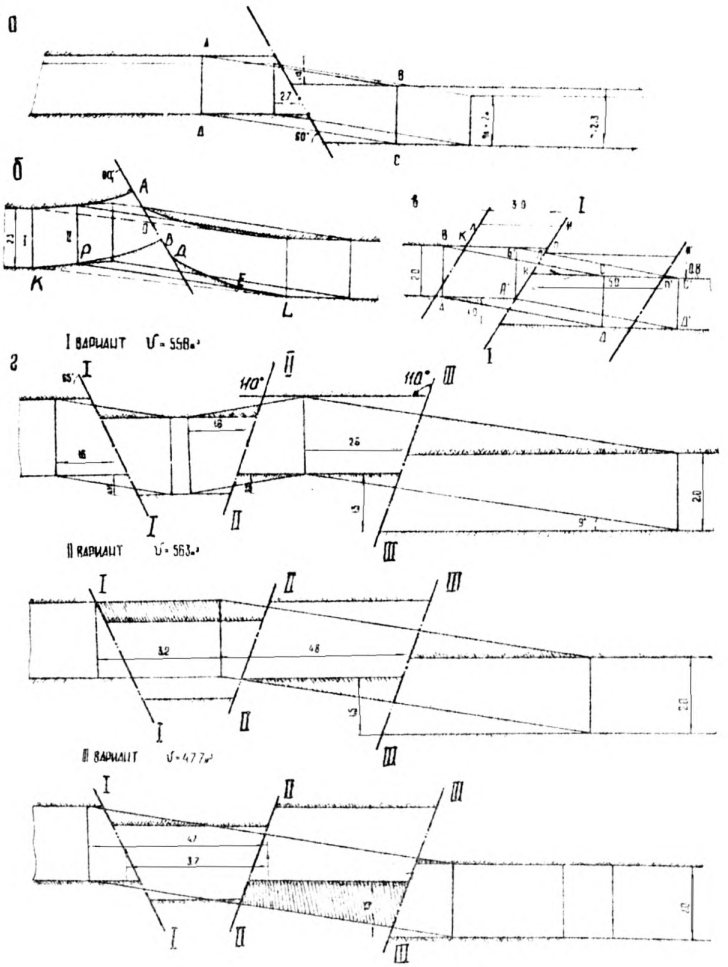


Рис. 4.7. Варианты перехода нарушений

сброс с перекрытием пласта (рис. 4.7,в). Амплитуда смещения h=1м. Мощность пласта равна вынимаемой и составляет 2 м; угол падения сместителя β=60°; длина лавы L =100 м. В кровле залегают слабые неустойчивые аргиллиты мощностью 0,8 м, которые в нарушенной зоне при выемке угля обрушаются вслед за комбайном. Размеры ослабленной зоны определены разведочными работами и составляют 3 м с висячей и 5 м с лежачей стороны нарушения. Если зона ослабленных пород $\ell_н$ не определена непосредственными замерами, то размеры ее в одну сторону от нарушения вычисляются по данным ВНИМИ в зависимости от амплитуды смещения $\ell_н = 6\sqrt{h}$.

Объем присекаемых пород определяется из условия минимума присечки (параллелограмм перехода АБСД), т.е. $S_{кр} = S_{пог}$, длина перехода $\ell_{пер}$ при наклоне траектории движения комплекса θ =9° составит

$$\ell_{пер} = \frac{h}{tg\theta} = \frac{1}{0,158}\ м = 6,35\ м,$$

коэффициент K при этом равен

$$K = \frac{1}{tg\theta} + \frac{1}{tg\beta} = \frac{1}{0,158} + \frac{1}{0,173} = 6,93$$

Начало маневра из условия минимума присечки определяется из выражения

$$\ell = \ell_1 = \frac{\ell_{пер}}{2} = \frac{6,35}{2}\ м = 3,17\ м.$$

Объем присекаемых пород по почве

$$V = \frac{L}{2K}\left(hK - \frac{m+h}{2tg\beta} - \ell\right)^2 = \frac{100}{2\cdot 6,93}\left(1\cdot 6,93 - \frac{2+1}{2\cdot 1,73} - 3,17\right)^2 м^3 = 60\ м^3$$

Кроме того, ослабленные перемятые породы кровли обрушатся в призабойное пространство, объем их определится площадью фигур $KLMП$ и $K'L'M'П'$ (см. рис. 4.7,в)

$$V = (0,3\cdot 3\cdot 100 + 0,8\cdot 5\cdot 100)\ м^3 = 640\ м^3.$$

Общий объем породы, вынутой при переходе нарушения, составит

$$V_{общ} = (640 + 60)\ м^3 = 700\ м^3$$

Если присекается только кровля пласта (параллелограмм перехода АБСД), то объем пород будет равен объему от обрушения кровли в контуре $KLMПL'M'П'K'$

$$V_{общ} = 640\ м^3$$

Таким образом, для данных условий, когда удержать слабую пачку породы не представляется возможным, наиболее рациональным является выбор способа присечки не по минимуму присекаемых пород, а по минимуму общего объема породы, поступающей в призабойное пространство.

В случае, когда уголь обладает достаточной устойчивостью для удержания слабых налегающих пород, возможно оставление в кровле пласта пачки угля мощностью до 0,3–0,4 м с присечкой пород почвы.

4.5.5. Выбрать вариант присечки для перехода группы нарушений с параметрами h_1=0,5 м, h_2=0,5 м, h_3=1,5 м, β_1=65° с зиянием пласта, β_2=110° с зиянием пласта, β_3=110° с перекрытием пласта. Амплитуды не изменяются по длине забоя. Углы встречи нарушений с забоем равны между собой. Линии нарушений в плане в пределах выемочного столба не перекрывают друг друга. Расстояние между центром первого нарушения и второго равно 3,4 м, между вторым и третьим 4,2 м. Вынимаемая мощность равна мощности пласта 2 м, длина забоя 100 м.

На рис. 4.7,г представлены три варианта перехода. В первом варианте переход нарушений I-I и II-II выбран из условия минимума присечки, так как расстояние между центрами нарушений больше суммы половин траекторий перехода этих нарушений, а переход нарушения III-III по фактору непрерывности маневра (траектория перехода нарушения III-III начинается сразу после траектории перехода нарушения II-II). Объем присечки, полученный как сумма заштрихованных площадей, умноженная на длину забоя, равен 578 м^3.

Во втором варианте траектория перехода самого крупного нарушения III-III выбрана из условия минимума присечки, а траектория перехода более мелких нарушений I-I и II-II принята без учета влияния их амплитуд. Объем присечки по этому варианту составил 479 м^3.

В третьем варианте траектория перехода всех трех нарушений принята как переход одного нарушения с амплитудой h, равной их алгебраической сумме, т.е. $h_{общ}$ = (0,5-0,5+1;5) м =1,5 м, при этом центр группы нарушений определяется как половина расстояния между центром крайних нарушений, а начало маневра комплексом как половина траектории его движения от нового центра нарушений. Объем присечки в этом варианте 346 м^3.

Из условия минимума присечки боковых пород и минимума изгибов траекторий перехода нарушений комплексом принимается третий вариант.

4.6. Составление технологической карты перехода нарушения

4.6.1. В процессе перехода нарушения необходимо осуществлять контроль за положением секций относительно вмещающих пород, чтобы не допустить излишней присечки и повышенных изгибов комплекса, что сказывается на технико-экономических показателях забоя, аварийности машин и механизмов. Для осуществления этого контроля необходимо составлять технологическую карту.

4.6.2. Технологическая карта перехода нарушения представляет собой графическое изображение в плане (в плоскости пласта) траектории движения секций комплекса и величин присекаемой породы в виде изолиний присечки. Пересечение траектории движения секции с изолинией дает величину присечки в каждой точке забоя.

4.6.3. Карта перехода нарушения строится на основании вертикальных разрезов пласта в зоне нарушения как минимум по оконтуривающим очистной забой штрекам, на которых наносятся траектории движения верняков и оснований секций, определяющие величину присечки породы и ее характер, а также точки начала и окончания маневра комплексом по переводу его на новый уровень, определяемый амплитудой нарушения. Величины присечек отдельно по кровле и почве, а также характерные граничные точки с вертикальных разрезов сносятся на план горных работ. Точки с одинаковыми величинами присечки соединяются между собой, образуя изолинии присечки. Кроме того, на плане в принятом масштабе наносится шкала расстояния по простиранию, определяющая положение забоя относительно нарушения, и шкала по падению пласта, устанавливающая положения секций по длине забоя.

4.6.4. Технологическая карта включает величину зоны влияния нарушения, границы которой определяются по результатам наблюдений за устойчивостью и трещиноватостью кровли во время проведения подготовительных выработок.

4.6.5. На рис. 4.8 представлена карта перехода нарушения механизированным комплексом для одного из наиболее распространенных видов дизъюнктивных нарушений с изменяющейся в пределах лавы амплитудой. Линиями АА и ВВ обозначено начало и окончание присечки породы и маневрирования комплексом. Линиями ЕЕ и ЖЖ - начало и окончание зоны перемятых пород; СС - окончание присечки пород кровли, ДД - начало присечки пород почвы. Прямая АА′ обозначает линию забоя, а прямая ОО - ось нарушения.

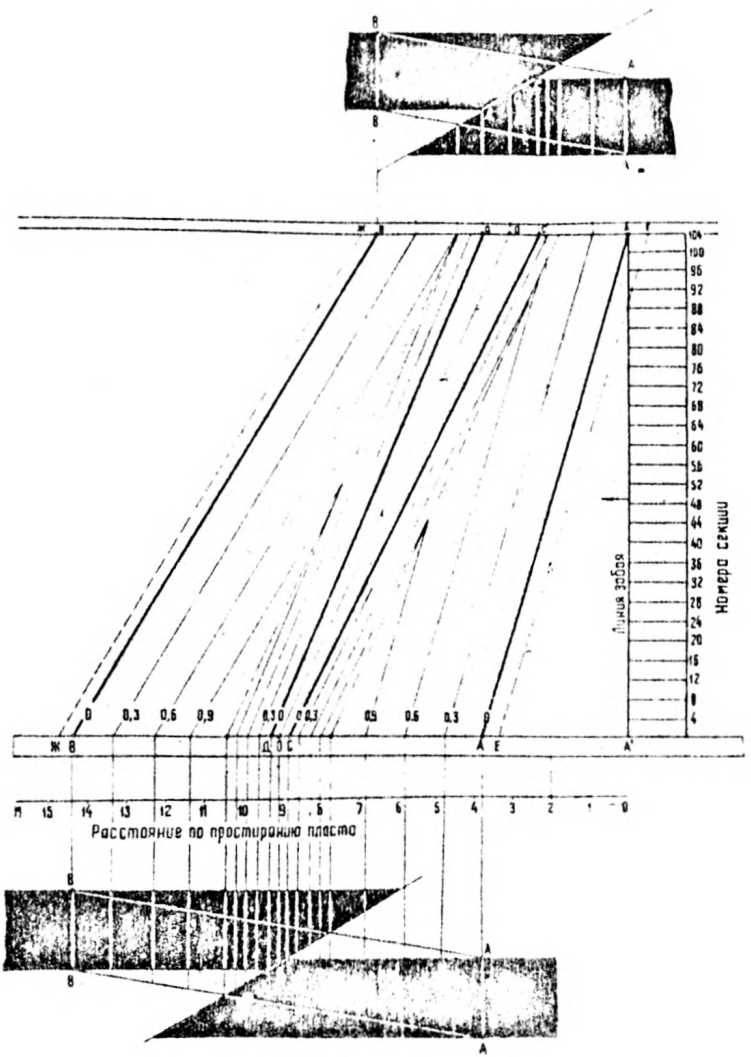


Рис. 4.8. Карта перехода дизъюнктивного нарушения механизированным комплексом

Для получения сведений о положении комплекса необходимо провести вертикальную линию, соответствующую линии забоя на определенном расстоянии от начала перехода, например 2 м, которая показывает, что секции с 36 по 46 находятся в зоне ослабленных влиянием нарушения горных пород без их присечки; секции с 46 по 104 находятся в зоне присечки кровли. Для определения величины присечки каждой секции проводится горизонтальная линия, соответствующая ее номеру, до пересечения с линией забоя, точка пересечения соотносится с изолиниями присечки, величина которой при необходимости интерполируется, например, секция №72 при данном положении забоя имеет величину присечки кровли 0,3 м.

5. ЭКСПЛУАТАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЕМ КОМПЛЕКСА

5.1. Общие положения

5.1.1. Для обеспечения максимальной скорости подвигания комплекса в процессе перехода нарушения необходимо, чтобы очистная бригада была полностью укомплектована в соответствии с технологическими схемами квалифицированными рабочими. Уменьшение скорости подвигания забоя приводит к резкому ухудшению его состояния.

5.1.2. До начала маневра по переходу геологического нарушения в подготовительные выработки к месту перехода должны быть доставлены все средства дополнительного крепления в зоне нарушения, предусмотренные проектом, и необходимый резерв запасных частей, с тем чтобы обеспечить переход без простоев очистного забоя.

5.1.3. Перед переходом геологического нарушения и после него необходимо произвести полную ревизию всех частей комплекса: крепи, комбайна и конвейера. Неисправные узлы и детали должны быть заменены.

5.1.4. В течение всего периода выполнения работ по маневрированию комплексом необходимо осуществлять систематический контроль за начальным распором гидростоек крепи. Падение давления в гидромагистрали по мере удаления от насосной станции необходимо определять экспериментально и при необходимости использовать две насосные станции. Нельзя производить от одной насосной станции разгрузку и распор гидростоек более чем у одной секции.

5.I.5. При маневрировании комплексом с предельными углами наклона секций в продольной и поперечной плоскостях необходимо в проекте предусмотреть меры, предотвращающие падение секций. Для предотвращения потери устойчивости секциями необходимо использовать индивидуальные гидростойки и гидродомкраты.

5.I.6. Во всех случаях во избежание заклинивания секций механизированной крепи и конвейера необходимо, чтобы технологические зазоры между ними не сокращались более чем наполовину нормальной величины.

5.I.7. Передвижку секций гидравлической крепи необходимо производить с минимально возможным отставанием от комбайна.

5.2. Маневрирование комплексом в вертикальной плоскости

5.2.I. Маневрирование комплексом в зоне нарушения заключается в переводе его с одного уровня на другой на величину, определяемую амплитудой смещения крыльев. Это маневрирование может быть осуществлено двумя способами: форсированным, когда конвейер и секции крепи устанавливаются по всей длине забоя одновременно на определенный угол, не превышающий предельных углов устойчивости, с продвижением в дальнейшем по прямой, и мелкоступенчатым, при котором изменение направления движения комплекса осуществляется постепенно, путем смещения на ступеньки, создаваемые в каждой заходке поднятием или опусканием исполнительного органа комбайна.

5.2.2. Форсированный способ следует применять в наиболее благоприятных условиях при слабом проявлении горного давления, отсутствии куполообразования и углах встречи, близких к нулю.

5.2.3. Угол наклона траектории на участке прямолинейного движения не может превышать некоторых значений, определяемых из условия устойчивости секций и комбайна. Величины предельных углов для различных типов комплексов, полученные из данных практики, приведены в табл. 5.I.

5.2.4.Мелкоступенчатый способ следует применять при углах встречи нарушения, не равных нулю, и породах любой крепости и устойчивости, при этом необходимо соблюдение рациональной траектории движения секций.

Таблица 5.I

Тип комплекса	Продольные углы траектории, град		
	в направлении продольной оси секции		в направлении поперечной оси секции
	по падению	по восстанию	
КМ-87Д	20	8	15
КМ-87ДП	20	8	35
П-МКЭ	20	8	I5
ОМКТ4	30	8	I2
ОКП	30	8	20
КМ 8I	25	8	20
КМ-I30	35	8	I4
ОКП-70	30	8	35

5.2.5. На рис. 5.1,а представлена траектория движения секции в плоскости, перпендикулярной забою, и кривая изгиба комплекса в плоскости параллельной ему (рис. 5.1,б). Как видно из рис. 5.I, чем круче располагаются кривые, тем меньше количество породы необходимо присечь при переходе амплитудного нарушения. Наиболее рациональными данные кривые будут в том случае, если они обеспечивают минимальную для каждого типа комплекса присечку боковых пород при сохранении необходимой кинематической свободы между узлами комплекса и отсутствии деформации и поломок в них.

5.2.6. Траектория движения секции в плоскости, перпендикулярной забою, состоит из трех участков: двух граничных (участка набора секцией высоты и участка выполаживания секции) и участка относительно прямолинейного движения. Кривизна траектории в пределах граничных участков определяется углом относительного разворота элементов комплекса (секций крепи и конвейера) за шаг подвижки крепи, который зависит от допустимых углов их разворота в плоскости пласта. Углы разворота в плоскости пласта секций серийных механизированных крепей составляют 2-8°, а секций конвейеров - 2-3°, т.е. кривизна траектории определяется в основном жесткостью конвейера.

5.2.7. Возможны два способа задания направления движения комплексу с помощью поднятия или опускания шнеков комбайна: с плавным изменением траектории и со ступенчатым.

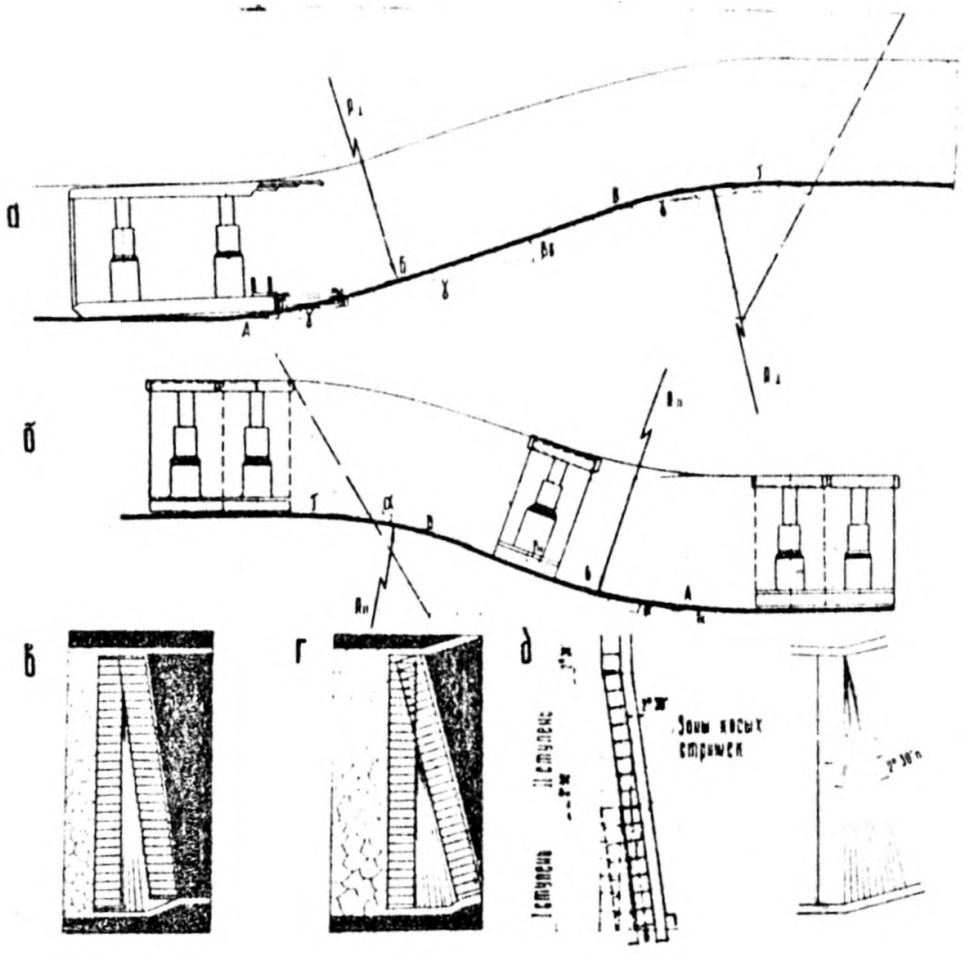


Рис. 5.I. Маневрирование комплексом при переходе геологических нарушений

Первый способ применяется при крепких присекаемых породах почвы. Он заключается в том, что величина заходки уменьшается с одновременным уменьшением высоты уступа, создаваемого исполнительным органом комбайна, вследствие чего происходит более плавное поднятие комплекса. После достижения угла подъема траектории 8-10° (угла наклона конвейера к горизонтали в плоскости, перпендикулярной очистному забою) величину заходки увеличивают до нормальной и подвигают комплекс по прямой до достижения им необходимого уровня, где таким же образом выполаживают траекторию.

При втором способе, когда присекаемые породы почвы слабые или в почве находится уголь, применяется ступенчатый подъем комплекса, при котором величина заходки и величина ступени остаются одинаковыми и равными соответственно 0,65 и 0,1 м, при этом средний угол подъема траектории составляет 8-10°.

5.2.8. Кривая изгиба комплекса в плоскости, параллельной забою, определяется исходя из траектории движения секций и угла встречи нарушения с забоем. Угол наклона секций в направлении поперечной оси секций не должен превышать значений, приведенных в табл. 5.1.

5.2.9. При небольших амплитудах смещения пласта участок прямолинейного движения секции может отсутствовать, в этом случае секция не достигает предельного угла и траектория ее движения состоит из граничных участков подъема (опускания) и выполаживания.

5.2.10. В практике перехода нарушений особенно при резком отличии в свойствах между породами почвы и кровли существенное значение имеет точка начала осуществления маневра. Положение этой точки выбирается в зависимости от целесообразности присечки пород только кровли, только почвы, или совместной присечки почвы и кровли. Если маневр происходит с подниманием комплекса (при присечке кровли), начало траектории движения секции располагается на расстоянии, равном длине траектории от плоскости разрыва, если с опусканием - маневр начинается непосредственно после подхода секции к плоскости разрыва.

5.2.11. При присечке почвы, если маневр происходит с подниманием комплекса на более высокий уровень, начало его осуществляется непосредственно после подхода секции к плоскости разрыва, если с опусканием его, то начало траектории располагается на расстоянии

от нарушения, равном длине траектории перехода. При целесообразности совместной присечки пород кровли и почвы начало маневра во всех случаях осуществляется на расстоянии до нарушения, меньшем длины траектории, которое рассчитывается в каждом конкретном случае по формулам, приведенным в разделе 4.

5.3. Маневрирование комплексом в плоскости пласта

5.3.I. Выбор рационального направления движения забоя, обеспечивающего переход геологического нарушения без значительных осложнений, должен осуществляться путем соответствующей раскройки шахтного (выемочного) поля. В том случае, когда это невозможно сделать, возникает необходимость маневрирования комплексом, т.е. изменения направления его подвигания путем разворота в плоскости пласта. Необходимость в маневрировании может возникнуть также при отработке лав с неправильной конфигурацией, при необходимости перехода ранее пройденных выработок, при накоплении сползания комплекса по падению пласта, при необходимости произвести стыковку комплекса, что связано с переориентацией стыкуемой части по группе дополнительно смонтированных секций и т.д.

5.3.2. Маневрирование серийного комплекса в плане практически сводится к маневрированию гидрофицированной крепью и ориентирующим устройством - базовой балкой, которой в наиболее распространенных конструкциях является конвейерный став, и основывается на использовании кинематических возможностей конструкции путем целенаправленной реализации степени свободы, позволяющих изменять первоначально заданную ориентированность.

5.3.3. В настоящее время чаще всего при маневрировании используются: согласованный разворот всех секций под углом к фронту передвижки при последующем диагональном движении комплекса с сохранением прямолинейности; разворот комплекса с изменением ориентированности фронта (рис. 5.I, в,г); смещение комплекса за счет перемещения базовой балки конвейерного става при его передвижке "волной" (рис. 5.I,д).

В первых двух случаях не происходит искривлений базовой балки и не сокращается величина межсекционных зазоров, поэтому развороты подобного типа на техническом состоянии комплексов не отражаются или отражаются в малой степени. В третьем случае необходимо стремиться к тому, чтобы конструктивные зазоры между элементами

комплекса в процессе изгиба не сокращалось более чем наполовину, во избежание расклинивания секций при их передвижке.

Согласованный разворот одновременно всех секций в пределах 1-2 заходок комбайна возможен только крепями, имеющими необходимую степень свободы и устройства, обеспечивающие разворот. Примером такой крепи может служить крепь М-8I, в которой домкраты передвижки при подаче секции на забой позволяют развернуть ее в плоскости пласта. Исходя из конструктивных особенностей данный комплекс позволяет получить допустимый угол разворота до 6-8°.

При втором способе изменение фронта движения крепи производится ступенчато. Длина ступени определяется величиной захвата исполнительного органа комбайна и допустимым углом изгиба конвейера става. Так, для конвейера типа СП-63 максимальный угол изгиба относительно соседней секции рештачного става составляет 3-5°. Чтобы избежать деформаций и разрыва в соединении, угол изгиба не должен превышать 2,5° [3] . При величине захвата 0,63 м длина ступени разворота не должна быть менее I4-I5 м. Разворот комплекса производится последовательно, начиная от одного из штреков. Сначала производится разворот на длине первой ступени, затем на длине второй при отсутствии изменения направления секций в первой ступени, затем на длине третьей ступени и т.д.

Третий способ может быть применен в крепях, в которых конструктивная увязка между балкой-конвейером и секциями позволяет рассогласование движения.

5.3.4. При развороте комплекса в плоскости пласта до и после перехода нарушения у флангов, вокруг которых производится разворот, для уменьшения неблагоприятного эффекта "топтания" кровли необходимо между секциями крепи комплекса установить по 2-3 гидростойки. При развороте с сохранением прямолинейности базы комплекса индивидуальные гидростойки должны быть установлены непосредственно под устойчивую кровлю на участке 5-I0 секций. При неустойчивой и весьма неустойчивой кровле индивидуальные гидростойки должны устанавливаться под доски или распилы, уложенные на перекрытия секций на участке I0-20 секций. При развороте с изгибом базы комплекса индивидуальные гидростойки должны устанавливаться у 3-5 секций вблизи изгиба комплекса.

5.4. Выбор раздвижности крепи

5.4.1. При переходе геологического нарушения необходимо стремиться к работе при минимальной вынимаемой мощности, так как это несколько уменьшает объем присечки пород и позволяет иметь запас раздвижности на случай подхватывания кровли при небольших ее вывалах. Кроме того, за счет снижения центра тяжести повышается собственная устойчивость секции, а вследствие уменьшения высоты крепи уменьшается допустимый радиус изгиба комплекса в вертикальной плоскости, параллельной плоскости забоя. При уменьшении мощности необходимо учитывать, что для сохранения работоспособности механизированной крепи не следует опускать ее до нужного предела раздвижности без оставления необходимого запаса. По опыту работы с механизированными крепями установлено, что запас раздвижности должен находиться в пределах 200-350 мм.

5.4.2. В табл. 5.2 приводятся данные о конструктивной и практически допустимой раздвижности крепей наиболее распространенных механизированных комплексов.

Таблица 5.2

Тип комплекса	Типоразмер	Высота секций			Раздвижность	
		максимальная	минимальная		конструктивная	допустимая
			конструктивная	допустимая		
КМ-87Д	I	I4I5	800	950	6I5	465
	П	I940	980	II95	952	745
КМ-87ДН	I	I490	880	I030	6I0	460
	П	I992	I040	I240	952	752
ПМКЭ		2200	I350	I500	590/425	440/275
КМ-I30		3495	2255	2000	I240	985
ОКП-70	П	3500	2I00	2350	I400	II50
ОКП	I	2500	I750	I900	750	600
	П	3000	2030	2230	970	770
	Ш	3500	2350	2550	II50	950
КМ-8I		3350	I625	I825	II60	960

Примечание. Раздвижность для комплекса ПМКЭ дана : в числителе - по передним стойкам, в знаменателе - по задним.

Из данных табл. 5.2 видно, что наиболее маневренными по диапазону аздвижности являются комплексы КМ-8I и ЗОКП. Вместе с тем, необходимо учитывать, что диапазон маневра зависит не только от конструктивной раздвижности, но и от вынимаемой мощности пласта или слоя, так как механизированная крепь в большинстве случаев работает в нормальных условиях на раздвижности, не достигающей верхнего конструктивного предела. В этих случаях, естественно, диапазон маневра сокращается на величину, равную разности верхнего предела раздвижности и вынимаемой мощности пласта или слоя.

5.5. Контроль за положением элементов комплекса

5.5.I. В процессе перехода комплексом нарушения необходимо вести систематический контроль за положением элементов комплекса, в частности, за положением секций гидравлической крепи и базовой балки (конвейера).

5.5.2. Контроль осуществляется ежесменно надзором участка и в каждом шаге передвижки бригадиром или звеньевым. Кроме того, должен быть осуществлен ежедневный контроль со стороны маркшейдерской службы шахты.

5.5.3. Ориентировочно прямолинейность базы комплекса (конвейера) может быть определена световым лучом шахтного светильника, более точное определение производится с помощью маркшейдерских приборов. При наличии рекомендуется использовать лазерный указатель направления ЛУН-7.

5.5.4. Определение наклона секций гидравлической крепи производится с помощью горного компаса.

5.5.5. Положение секции относительно элементов залегания пласта контролируется по величине присечки боковых пород, определяемой технологической картой перехода нарушения.

6. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЕРЕХОДА НАРУШЕНИЯ

6.I. Расчет нагрузки на очистной забой на период перехода геологического нарушения

6.I.I. Как показывает опыт перехода геологических нарушений,

производительность очистного забоя в этот период падает в 5 раз и более, а при некоторых условиях до нуля, вызывая необходимость остановки забоя и перемонтажа комплекса. Основными факторами, снижающими нагрузку, являются:

- амплитуда нарушения и угол встречи его с очистным забоем, определяющие объем присекаемой породы;

- крепость и устойчивость боковых пород, снижающие скорость движения комбайна и вызывающие необходимость выгрузки обрушенной в призабойное пространство породы, возведения опережающей крепи, выкладки клеток и т.д.;

- аварийность элементов комплекса, снижающая его надежность и вызывающая простои.

6.I.2. Нагрузки на комплекс рассчитываются исходя из зависимостей, изложенных в действующих технологических схемах на очистные и подготовительные работы [4] с учетом времени выполнения дополнительных работ, связанных с переходом нарушения. Достоверность расчета во многом зависит от полноты учета основных влияющих факторов. Поскольку в процессе перехода нарушения отделить присекаемую породу практически не представляется возможным, за редким исключением, расчет производится по горной массе с учетом действительного выхода угля.

6.I.3. С учетом параметров нарушения, а также затрат времени, связанных с его переходом, нагрузка на очистной забой (Ан, т/сут) может быть определена по формуле

$$A_н = \frac{n_{см}(T_{см} - T_{п.з})\, L\, m_в\, b\, \gamma\, c}{e_н - \ell_н / V_{п.э} + \ell_н / V_{э.нар} + \ell_н t_н + \Sigma t_{конц}}, \qquad (6.I)$$

где $n_{см}$ – число смен по добыче;

$T_{см}$ – продолжительность смены, мин;

$T_{п.з}$ – продолжительность подготовительно-заключительных операций, мин;

L – длина лавы, м;

$m_в$ – вынимаемая мощность пласта, м;

b – ширина захвата комбайна, м;

γ – объемная масса угля, т/м^3;

$V_{п.э}$ – эксплуатационная скорость подачи комбайна при работе полностью по углю с учетом вспомогательных работ, м/мин;

$t_{конц}$ – время на выполнение концевых операций, мин;

$V_{э.нар}$ – эксплуатационная скорость подачи комбайна в нарушенной части лавы с присечкой породы, м/мин;

$t_н$ - время на производство работ, связанных с переходом нарушения (уборка породы, возведение опережающей крепи, выкладка костров, правка положения секций и т.д.), отнесенное к I м длины нарушенной части лавы, мин/м;

$\ell_н$ - длина нарушенного участка лавы, где производится присечка породы, м;

$\ell_м$ - машинная длина лавы, м;

c - множитель, учитывающий величину уменьшения объема угля из лавы при переходе нарушения, или скидку добычи из-за превышения зольности.

6.I.4. Эксплуатационная скорость подачи комбайна в нарушенной зоне ($V_{э\,нар}$, м/мин) определяется по формуле

$$V_{э\,нар} = V_{п\,э} - \alpha (V_{п.э} - V_{п\,п}), \qquad (6.2)$$

где $V_{п\,п}$ - скорость подачи комбайна при работе полностью по породе определяется в зависимости от сопротивляемости породы резанью по [5] , м/мин;

α - доля присекаемой породы в горной массе, определяется из выражения

$$\alpha = \frac{V_п}{V_{г.м}}, \qquad (6.3)$$

где $V_п$ - объем присекаемой породы в параллелограмме перехода, определяемый за весь период перехода нарушения по данным раздела 4, $м^3$;

$V_{г.м}$ - объем горной массы за весь период перехода нарушения, $м^3$,

$$V_{г.м} = L^2 tg\alpha\, m_в + \frac{m_в L h}{tg\theta}, \qquad (6.4)$$

где L - длина лавы, м;

α - угол встречи нарушения, град;

h - амплитуда нарушения, м;

$m_в$ - вынимаемая мощность в зоне присечки, м;

θ - угол наклона траектории движения секций комплекса, град , принимается 9^0.

6.I.5. Время на производство работ, связанных с переходом нарушения,- фактор, наиболее трудноподдающийся предварительному определению. Ориентировочное его значение определяется исходя из объема работ, предусматриваемых в паспорте перехода нарушения.

6.I.6. Длина нарушенного участка лавы ($\ell_н$), где производится присечка боковых пород, зависит от амплитуды (h) нарушения,

угла (α) встречи его с забоем, угла (θ) наклона траектории движения секций комплекса, определяется по формуле

$$\ell_н = \frac{h}{tg\alpha\, tg\theta} \sqrt{tg^2\alpha\, tg^2\theta + 1}. \qquad (6.5)$$

Для практических расчетов можно принять приближенно

$$\ell_н = \frac{h}{tg\alpha\, tg\theta}.$$

Здесь необходимо учитывать, что длина зоны нарушения в лаве не может превышать длину лавы, как это может получиться при малых значениях угла α. В этом случае длину зоны нарушения с достаточной для практики точностью следует принимать равной длине лавы.

5.I.7. Коэффициент С, учитывающий снижение выхода угля в результате присечки боковых пород, может быть определен по выходу угля из горной массы

$$C = 1 - \frac{V_п}{V_{г.м}}$$

или в соответствии с приказом Минуглепрома СССР № 389 от 30 августа I97I г. "Об утверждении инструкции по учету добычи угля (сланца) и продуктов обогащения на шахтах (разрезах) и обогатительных фабриках Министерства угольной промышленности СССР" по формуле

$$C = 1 - \frac{A^c_{нар} - A^c}{A^c_п - A^c}, \qquad (6.6)$$

где $V_п$ - объем присекаемой породы, м^3;

$V_{г.м}$ - объем добываемой горной массы, м^3;

A^c - установленная норма зольности, %;

$A^c_{нар}$ - зольность добываемой горной массы, %;

$A^c_п$ - установленная зольность породы (класса +25 мм),%.

6.I.8. Для осуществления оценочных расчетов целесообразно воспользоваться коэффициентом снижения нагрузки ρ, выражаемого через отношение производительности комплекса в зоне нарушения с учетом действительного выхода угля в горной массе (коэффициента С) к его производительности в нормальных условиях. Изменение этого коэффициента в зависимости от амплитуды и угла встречи нарушения приведено в табл. 6.I, 6.2 и 6.3.

6.I.9. Данные табл. 6.I следует применять для наиболее благоприятных условий перехода нарушения, когда в забое отсутствуют осложнения, связанные с уборкой породы, возведением опережающей крепи, выкладкой костров, правкой секций, ведением буровзрывных работ по выемке присекаемых пород.

Таблица 6.I

Амплитуда смещения, м	Коэффициент снижения нагрузки на забой при углах встречи нарушения с забоем, град				
	I0 и менее	20	30	40	60 и более
0,5	0,97	0,99	0,99	0,99	0,99
I,0	0,92	0,96	0,97	0,97	0,99
I,5	0,83	0,9I	0,95	0,95	0,97
2,0	0,75	0,86	0,94	0,93	0,96
2,5	0,65	0,78	0,87	0,88	0,94
3,0	0,55	0,70	0,80	0,84	0,92
3,5	0,50	0,64	0,67	0,80	0,89
4,0	0,45	0,58	0,55	0,76	0,87

6.I.I0. Для средних условий перехода, когда в очистном забое необходимо применять перетяжку кровли деревянными затяжками и плахами, уборку породы, частичную правку секций, коэффициент снижения нагрузки следует принимать по табл. 6.2, составленной по результатам обработки статистических данных.

Таблица 6.2

Амплитуда смещения, м	Коэффициент снижения нагрузки на забой при углах встречи нарушения с забоем, град				
	I0 и менее	20	30	40	60 и более
0,5	0,87	0,94	0,96	0,96	0,97
I,0	0,78	0,89	0,92	0,93	0,96
I,5	0,66	0,82	0,89	0,94	0,94
2,0	0,55	0,76	0,87	0,88	0,92
2,5	0,43	0,67	0,79	0,82	0,90
3,0	0,3I	0,58	0,72	0,78	0,87
3,5	0,24	0,5I	0,58	0,73	0,84
4,0	0,I7	0,44	0,45	0,68	0,8I

Здесь коэффициент ρ, кроме перечисленных выше факторов, учитывает снижение нагрузки, связанное с дополнительным объемом работ в очистном забое, вызванных ослаблением вмещающих пород Производительность забоя снижается на величину δ_1, определяемую из выражения

$$\delta_1 = \frac{0{,}2\, \ell'_н}{L} = \frac{0{,}2 \cdot 12\sqrt{h}}{L \sin\alpha}, \qquad (6.7)$$

где $0{,}2$ - статистический коэффициент снижения нагрузки;

$\ell'_н$ - длина участка в очистном забое с ослабленными вмещающими породами, м,

$$\ell'_н = \frac{12\sqrt{h}}{\sin\alpha};$$

L - длина лавы, м;

α - угол встречи нарушения с забоем, град.

6.I.II. Для наиболее тяжелых условий перехода, связанных с возведением опережающей крепи ("проколот"), выкладкой костров, применением для присечки буровзрывных работ, коэффициент снижения нагрузки принимать по табл. 6.3.

Таблица 6.3

Амплитуда смещения, м	Коэффициент снижения нагрузки на забой при углах встречи нарушения с забоем, град				
	I0 и менее	20	30	40	60 и более
0,5	0,77	0,89	0,92	0,94	0,95
I,0	0,64	0,82	0,87	0,90	0,94
I,5	0,44	0,74	0,83	0,86	0,90
2,0	0,3I	0,66	0,8I	0.83	0,88
2,5	0,2I	0,56	0,72	0,76	0,85
3,0	0,07	0,46	0,63	0,7I	0,83
3,5	0	0,38	0,49	0,62	0,79
4,0	0	0,32	0,36	0,57	0,76

Дополнительное снижение коэффициента ρ в этом случае производится на величину δ_2, определяемую из формулы

$$\delta_2 = \frac{0{,}4 \cdot 12\sqrt{h}}{L \cdot \sin\alpha}, \qquad (6.8)$$

где $0{,}4$ - статистический коэффициент снижения нагрузки.

6.2. Расчет нагрузки при переходе серии мелкоамплитудных нарушений

Расчет нагрузки при переходе серии мелкоамплитудных нарушений, сопровождаемых усиленной трещиноватостью и слабостью боковых пород, следует производить по коэффициенту уменьшения нагрузки для одного наиболее значительного нарушения с меньшим углом встречи и наиболее тяжелыми условиями перехода по табл. 6.3.

6.3. Расчет среднесуточной нагрузки на нарушенное выемочное поле

6.3.I. Для календарного планирования горных работ среднесуточную нагрузку на очистной забой ($A_{ср}$, т/сут) в пределах выемочного поля, имеющего переходимое нарушение, следует определять по формуле

$$A_{ср} = \frac{A_{сут}\, Д_{об}}{Д + \frac{Д_н}{\rho} + \frac{Д_{р.з}}{\varphi}}, \qquad (6.9)$$

где $A_{сут}$ - суточная нагрузка на забой при нормальной работе, определяемая существующими технологическими схемами, т;

$Д_{об}$ - добыча со всего выемочного столба, т;

$Д$ - добыча угля с участка поля с нормальными условиями, т;

$Д_н$ - добыча угля с нарушенного участка поля, т;

ρ - коэффициент снижения нагрузки на забой при переходе нарушения, определяется по данным раздела 6.I ;

φ - коэффициент снижения нагрузки на забой на граничных участках выемочного поля, принимается 0,75-0,80;

$Д_{р.з}$ - добыча угля с участков развертывания и затухания работ на границах выемочного поля, т,

$$Д_{р.з} = \varphi\, t_{р.з}\, A_{сут}\ ; \qquad (6.I0)$$

$t_{р.з}$ - время на развертывание и затухание работ, сут, принимается по данным практике 40-50 сут.

6.3.2. В случае, если выемочное поле имеет несколько нарушений, данные по нарушенным зонам суммируются.

6.3.3. Если выемочное поле имеет непереходимые нарушения, то средняя нагрузка на забой определяется по формуле

$$A_{ср} = \frac{Д_{об} - Д_{пот}}{\frac{Д}{A_{сут}} + \frac{Д'_{з.р}}{g'} + t_{g.к} + t_{g.м} + \frac{Д_{р.з}}{g}}, \qquad (6.11)$$

где $Д_{пот}$ - потери угля в зоне нарушения, т;

$Д'_{з.р}$ - добыча из участка затухания и развития работ у нарушения, т;

$$Д'_{з.р} = g' t'_{з.р} A_{сут}; \qquad (6.12)$$

g' - коэффициент снижения нагрузки на забой у нарушения, принимается 0,75-0,8;

$t'_{з.р}$ - время затухания и развертывания работ у нарушения, принимается 15 и 25 сут;

$t_{g.к}$ - время возведения демонтажной камеры у нарушения, принимается 10 сут;

$t_{g.м}$ - время демонтажа комплекса и монтажа его в новой камере, сут, принимается 40 сут (среднестатистическое).

6.4. Расчет зольности добываемого угля

6.4.1. Присечка боковых пород, вывалы породы из кровли приводят к ухудшению качества добываемого угля. Зольность добываемого угля ($A^c_{нар}$, %) во время перехода нарушения подсчитывается по формуле

$$A^c_{нар} = \frac{V_у \gamma_у A^c_у + V_п \gamma_п A^c_п}{V_у \gamma_у + V_п \gamma_п}, \qquad (6.13)$$

где $V_у, \gamma_у, A^c_у$ - объем, объемная масса, зольность угля ($м^3$, $т/м^3$, %);

$V_п, \gamma_п, A^c_п$ - объем, объемная масса, зольность породы ($м^3$, $т/м^3$, %).

Объем породы ($V_п$) представляет собой сумму породы, поступающей в забой из всех возможных источников засорения.

6.4.2. Объем присекаемой породы за весь период перехода нарушения подсчитывается по методике, изложенной в разделе 4 данного руководства. При наличии других источников засорения (прослойки, ложная кровля) объем их определяется по опыту работы в аналогичных условиях или непосредственными замерами.

6.4.3. Объем угля ($V_у$, $м^3$), вынимаемого за весь период перехода нарушения, для предварительных, оценочных расчетов, приближенно может быть определен по формуле

$$V_у = L^2 tg\alpha m_g - V_п, \qquad (6.14)$$

где L - длина лавы, м;

α - угол встречи нарушения с забоем, град;

$m_в$ - вынимаемая мощность пласта, м;

$V_п$ - объем присекаемой породы, м^3, определяется по данным раздела 4.

6.4.4. При более точном подсчете зольности объем угля при переходе нарушения определяется по формуле

$$V_у = m_б L^2 tg\alpha + \frac{h m'_б L}{tg\theta} - V_п , \qquad (6.15)$$

где $m_в$ - вынимаемая мощность пласта, м;

$m'_б$ - вынимаемая мощность в зоне нарушения, м;

$V_п$ - объем вынимаемой породы за весь период перехода нарушения, м^3 (раздел 4).

6.4.5. Общий объем присекаемой породы для каждого нарушения остается постоянным, однако доля его в каждой вынимаемой заходке в забое зависит от угла встречи нарушения, поэтому и зольность угля зависит от этого угла.

На рис. 6.2 представлены графики зависимости зольности добываемого угля от угла встречи нарушения при различной амплитуде, выраженной через отношение h/m, при угле падения сместителя 75^0, материнской зольности пласта 15% и породы 80%.

Как видно из графиков, наиболее значительное возрастание зольности наблюдается при углах встречи менее 15^0, при этом зольность может превышать допустимые пределы и горная масса должна отправляться в отвал, что приведет к потере угля. Для одного и того же значения угла встречи разница между зольностью угля при максимальной и минимальной присечках весьма значительна и тем больше, чем больше амплитуда нарушения. Так, при амплитуде 0,75 мощности пласта и угле встречи 0^0 эта разница увеличивается в 2 раза.

Уменьшение угла встречи нарушения приводит не только к усложнению его перехода, но и к увеличению зольности вынимаемого угля.

6.5. Потери угля

6.5.1. Переход нарушений сопровождается некоторыми потерями угля, оставляемого в так называемых "косынках". Точный учет этих потерь представляет определенные трудности, вызванные сложностью нарушений, сопровождающихся иногда утонением или утолщением пласта в нарушенной зоне. Ориентировочный подсчет потерь может быть определен при наличии разрезов по оконтуривающим штрекам. После выбора способа присечки и построения параллелограмма перехода аналитиче-

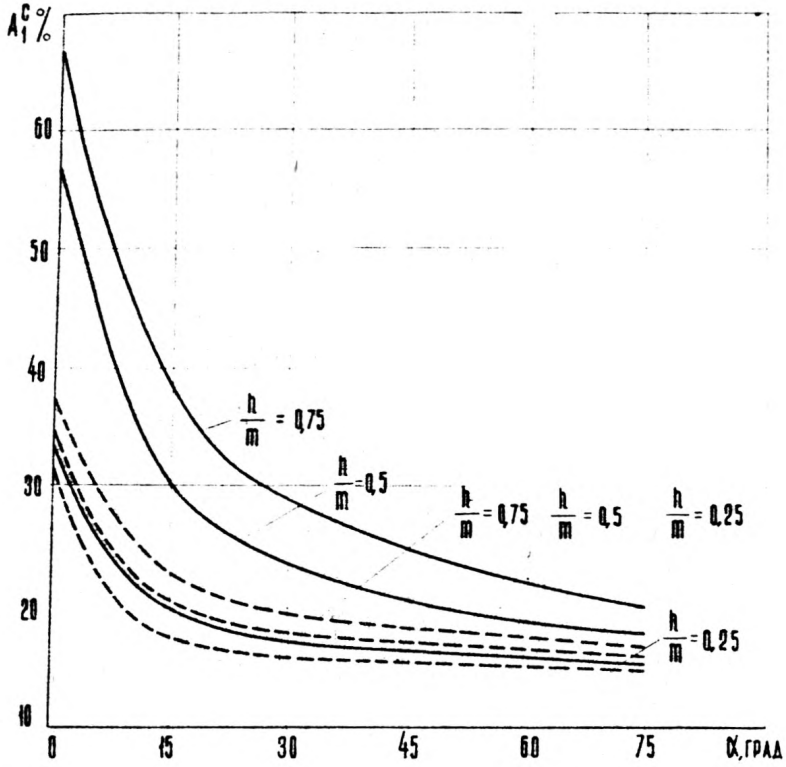


Рис. 6.2. Влияние угла встречи нарушения при различной амплитуде на зольность добываемого угля:

———— – при максимальной присечке;

- - - – при минимальной присечке

ским или графическим путем подсчитываются площади контуров угля, находящегося вне контура параллелограмма, и затем определяется их объем на всю длину лавы.

6.5.2. На рис. 6.3 представлен график зависимости объема оставляемого угля, выраженного как отношение оставляемого объема ко всему углю в зоне маневрирования ($\hat{f}$), от амплитуды нарушения, выраженной через отношение h/m. График составлен для наиболее распространенных угла падения сместителя 75° и угла встречи нарушения 30°.

Как видно из графика, потери угля растут с увеличением амплитуды нарушения. Коэффициент потерь угля при амплитуде, равной мощности пласта, колеблется от 0,2 при минимальной присечке до 0,42 при максимальной, что вызывает при мощности пласта 2 м, длине лавы 100 м минимальные потери 572 т, а максимальные 1287 т. Если отнести эти потери к объему угля, вынимаемого за весь переход нарушения, то они будут 1,7-3,9%. Как видно из приведенных данных, потери угля незначительные и находятся в пределах точности расчетов, т.е. до амплитуды нарушения, равной мощности пласта, и при отсутствии крупных вздутий пласта ими можно пренебречь. Однако такое решение принимается после рассмотрения каждого нарушения в конкретных горно-геологических условиях.

6.5.3. Потери угля при перемонтаже комплекса, вследствие необходимости оставления угольного целика, значительно превышают потери при переходе нарушения. Величина целика по одну сторону от нарушения в зависимости от его амплитуды принимается равной ширине нарушенной зоны, определяемой по увеличению количества трещин (не менее чем на 15-20% на 1 м) в угольном массиве в сечениях по оконтуривающим штрекам или по данным ВНИМИ как

$$a = \frac{6 - 8\sqrt{h}}{\sin\beta}, \qquad (6.16)$$

где a - ширина нарушенной зоны (ширина целика) по нормали к сместителю с одной его стороны, м;

β - угол падения сместителя, град.

6.5.4. При угле встречи нарушения до 30° монтажную камеру следует располагать параллельно нарушению на расстоянии от него,

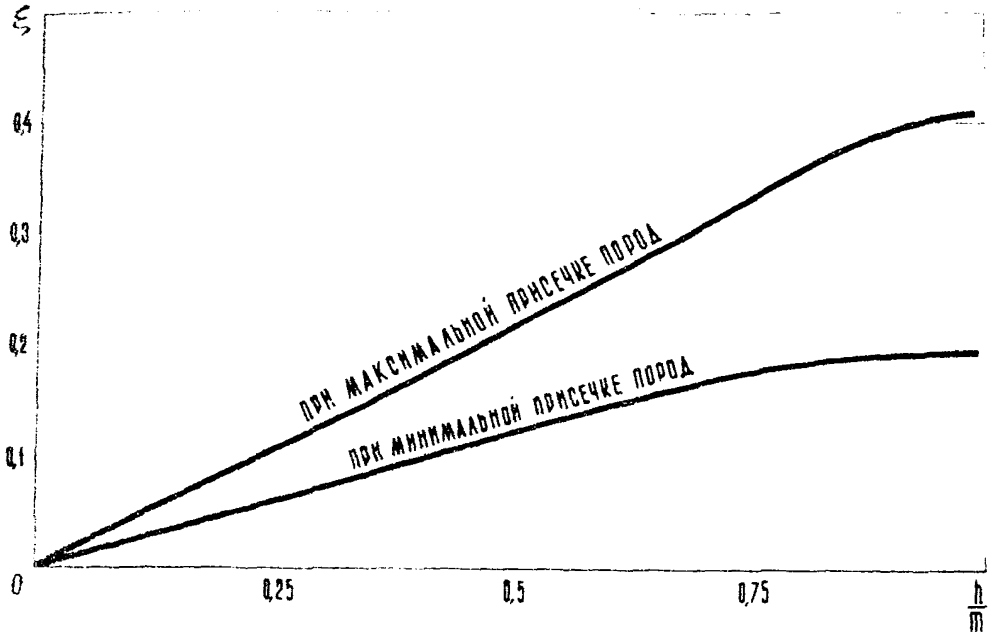


Рис. 6.3. Влияние амплитуды нарушения на объем оставляемого угля в зоне маневрирования

равном половине ширины общего целика, с последующим разворотом комплекса в плоскости пласта в нормальное положение. Величину потерь ($\mathcal{D}_п$, т) при этом следует определять по формуле

$$\mathcal{D}_п = \frac{2(6-8\sqrt{h})}{\sin\beta\ \cos\alpha} m_в L \gamma_у , \qquad (6.17)$$

где $m_в$ - вынимаемая мощность пласта, м;

L - длина лавы, м;

$\gamma_у$ - объемная масса угля, т/м^3;

α - угол встречи нарушения, град;

h - амплитуда нарушения, м.

6.5.5. При углах встречи 30-45^0 монтажную камеру необходимо проводить с отклонением от нормали к оконтуривающим штрекам под углом до 30^0 к ним с последующим разворотом комплекса или проводить ступенчатую камеру с раздельным монтажом комплекса в каждой ступени и с последующим соединением их в одну линию. Количество ступеней следует принимать не более двух.

Величина потерь в этом случае может быть найдена из формулы

$$\mathcal{D}_п = \frac{2(6-8\sqrt{h})}{\sin\beta\ \cos\alpha} m_в L \gamma_у + \frac{L^2}{4} tg\alpha\, m_в \gamma_у . \qquad (6.18)$$

6.5.6. При углах встречи нарушения более 45^0 монтажную камеру следует проводить перпендикулярно к одному из оконтуривающих штреков до половины нарушения с дальнейшим наращиванием комплекса по мере его продвижения, для чего оконтуривающие штреки следует располагать вдоль нарушения по обе стороны. Количество теряемого угля определяется по формуле (6.18).

6.5.7. При потерях угля, превышающих указанные в разделе 6.5, необходимо производить согласование их с бассейновым институтом.

7. ОЦЕНКА ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПЕРЕХОДА ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ МЕХАНИЗИРОВАННЫМИ КОМПЛЕКСАМИ

7.1. Определение целесообразности перехода геологического нарушения

7.1.1. Целесообразность перехода нарушения определяется на

стадии подготовки очистного забоя после получения исчерпывающих данных о характере нарушения, его величине, характеристике вмещающих пород и угля в нарушенной зоне. В случае, если это нарушение ранее встречалось при проведении горных работ, необходим анализ работы забоя.

7.I.2. Решение о переходе нарушения обосновывается технической возможностью и экономической целесообразностью. Расчет экономической целесообразности производится по методике КузНИУИ [6]. В особо сложных условиях, когда плоскость сместителя нарушения падает под углом 60-80° со стороны забоя в сочетании с широкой зоной весьма слабых пород и углом встречи нарушения в пределах 0-30°, когда угол встречи нарушения с очистным забоем близок к нулю при амплитуде, большей мощности пласта, и широкой зоной весьма слабых пород, сопровождающейся повышенной обводненностью, когда предшествующими опытами была доказана невозможность и опасность перехода нарушения, когда имеется широкая зона интенсивной нарушенности, решение по переходу нарушения согласовывается с бассейновым институтом.

7.I.3.Методика расчета для оценки экономической целесообразности перехода основана на сравнении затрат, расходуемых на работы, связанные с переходом нарушения, и затрат по перемонтажу комплекса.

7.I.4. Затраты на переход комплексом нарушенного участка пласта ($З_{пер}$, руб.) определяются по формуле

$$З_{пер} = З_{с} + З_{н} + З_{зол} + З_{рем} + З_{пот}, \qquad (7.I)$$

где $З_{с}$ - прямой ущерб от снижения себестоимости I т угля за период перехода нарушения, руб;

$З_{н}$ - ущерб от снижения нагрузки на очистной забой, руб;

$З_{зол}$ - ущерб от увеличения зольности угля, руб;

$З_{рем}$ - дополнительные затраты на ремонт комплекса, руб;

$З_{пот}$ - ущерб от увеличения потерь угля при переходе нарушения, руб.

7.I.5. Прямой ущерб ($З_{с}$, руб.) от повышения себестоимости I т угля по лаве определяется из формулы

$$З_{с} = С_{л} Д_{н} \left(\frac{1}{\rho} - 1 \right), \qquad (7.2)$$

где $С_{л}$ - себестоимость I т угля по лаве (участку) при работе в нормальных условиях, руб.;

$Д_{н}$ - добыча с выемочного поля длиной, равной длине нарушенного участка, т;

$$Q_н = m_б L \gamma \left(L \operatorname{tg}\alpha + \frac{h}{\operatorname{tg}\theta} \right); \qquad (7.3)$$

$m_б$ - вынимаемая мощность пласта, м;

L - длина лавы, м;

γ - плотность горной массы, т/м^3, приближенно может быть принята равной объемной массе угля;

α - угол встречи нарушения, град;

h - амплитуда нарушения, м;

θ - угол наклона траектории движения комплекса в зоне нарушения, град, принимается равным 9^0;

ρ - коэффициент снижения нагрузки на забой,

$$\rho = \frac{\frac{L}{V_{п.э}} + t_{конц}}{\frac{L - \ell_н}{V_{п.э}} + \frac{\ell_н}{V_{э\,нар}} + t_{конц}} - \delta, \qquad (7.4)$$

δ - коэффициент снижения нагрузки в зависимости от устойчивости боковых пород в забое, определяется по формулам (6.7) и (6.8);

$V_{п.э}$ - скорость выемки комбайном полностью по углю, м/мин;

$V_{э\,нар}$ - скорость выемки комбайном в нарушенной зоне с присечкой породы, м/мин, определяется по формуле (6.2).

7.I.6. Затраты на ремонт комплекса ($З_{рем}$), связанные с ухудшением условий его эксплуатации, определяются из опыта, а их влияние на работу забоя учитывается снижением нагрузки и повышением себестоимости I т угля.

7.I.7. Ущерб от увеличения потерь угля при переходе нарушения следует рассчитывать по отраслевой инструкции [8] . Запасы угля, теряемые в недрах во время перехода нарушения, определяются по методике, изложенной в разделе 6.5.

7.I.8. Ущерб ($З_н$, руб.) от снижения нагрузки на очистной забой с учетом доли условно постоянных расходов по обслуживанию данного участка определяется по формуле [6]

$$З_н = (C_2 - C_1 \rho), \qquad (7.5)$$

где C_1, C_2 - годовые условно постоянные расходы по обслуживанию данного очистного забоя в период перехода нарушения и до него, руб.

Если конкретная величина условно постоянных расходов для данного забоя не известна, то значение $З_н$ находится из выражения

$$З_н = \frac{\gamma_{об} C_ш Д_ш t}{100} (1-\rho), \qquad (7.6)$$

где $\gamma_{об}$ - удельный вес условно постоянных расходов по звеньям, непосредственно обслуживающим один очистной забой, % (средние значения $\gamma_{об}$ определяются из приложения 3.4.4 [6]

$C_ш$ - производственная себестоимость I т угля в целом по шахте до перехода нарушения, руб;

$Д_ш$ - производительность шахты, т/сут;

t - время перехода нарушения, сут,

$$t = \frac{Д_н}{А_{сут} \rho}, \qquad (7.7)$$

где $А_{сут}$ - суточная добыча с данного участка, т.

7.1.9. Ущерб ($З_{зол}$, руб.) от снижения качества угля при переходе нарушения определяется по [6]

$$З_{зол} = Д_ш t (Ц_1 - Ц_2), \qquad (7.8)$$

где $Ц_1, Ц_2$ - оптовые цены на высокозольный и стандартный уголь, руб/т.

В соответствии [6] принимается 3%-ное снижение цены на каждый процент превышения зольности, тогда формула примет вид

$$З_{зол} = Д_ш t Ц_1 (А_н^с - А^с) \cdot 0{,}03, \qquad (7.9)$$

где $А_н^с, А^с$ - зольность добываемого угля по шахте в период перехода нарушения и вне его, %.

Зольность угля по шахте в период перехода нарушения определяется по формуле

$$А_н^с = \frac{(Д_ш t - V_п \gamma_п) А^с + V_п \gamma_п А_п^с}{Д_ш t}, \qquad (7.10)$$

где $V_п$ - объем присекаемой породы за весь период перехода нарушения, $м^3$, определяется по данным раздела 4;

$\gamma_п$ - объемная масса присекаемой породы, $т/м^3$;

$А_п^с$ - зольность присекаемой породы, %.

7.1.8. Затраты на перемонтаж комплекса ($З_{п.м}$, руб.) при встрече геологического нарушения складываются из затрат на проведение дополнительной монтажной камеры ($З_{м.к}$), затрат на собственно перемонтаж в новую монтажную камеру ($З_м + З_д$), ущерба от отсутствия добычи в период перемонтажа комплекса ($З_н$) и ущерба от

увеличения потерь ($З_{пот}$)

$$З_{п.м} = З_{м.к} + З_м + З_д + З_н + З_{пот} . \qquad (7.II)$$

7.I.9. Затраты на проведение монтажной камеры ($З_{м.к}$, руб.) определяются по формуле

$$З_{м.к} = q\,L , \qquad (7.I2)$$

где q - полная стоимость I м монтажной камеры, руб.;

L - длина лавы, м.

7.I.I0. Затраты на демонтаж комплекса ($З_д$, руб.) определяются из выражения

$$З_д = З_{д.к} + q_c\,n , \qquad (7.I3)$$

где $З_{д.к}$ - полная стоимость возведения демонтажной камеры, руб;

q_c - полная стоимость демонтажа оборудования, приходящаяся на одну секцию крепи, руб.;

n - количество демонтируемых секций.

7.I.II. Затраты на монтаж оборудования ($З_м$, руб.) в новой монтажной камере определяются из выражения

$$З_м = q_м\,n , \qquad (7.I4)$$

где $q_м$ - полная стоимость монтажа оборудования, приходящаяся на одну секцию крепи с учетом доставки к месту монтажа, руб.;

n - количество монтируемых секций.

7.I.I2. Ущерб от снижения (отсутствия) нагрузки на забой на период перемонтажа комплекса ($З_н$, руб.)определяется из формулы

$$З_н = З'_н + З''_н + З'''_н , \qquad (7.I5)$$

где $З'_н$ - ущерб от снижения нагрузки в период подготовки комплекса к демонтажу, руб;

$$З'_н = \frac{Ц_{об}\,С_ш\,Д_ш\,t_1}{100}\,(1-\rho_1) ; \qquad (7.I6)$$

t_1 - время возведения демонтажной камеры, сут;

ρ_1 - коэффициент снижения нагрузки на забой в период подготовки к демонтажу;

$З_н$ - ущерб от снижения нагрузки ($\rho = 0$) в период собственно перемонтажа комплекса,

$$З''_н = \frac{Ц_{об}\,С_ш\,Д_ш\,(t_2 + t_3)}{100}\,(1-\rho) ; \qquad (7.I7)$$

t_2, t_3 - время на демонтаж и монтаж оборудования, сут;

$З'''$ - ущерб от снижения нагрузки в период развертывания работ при выходе из монтажной камеры и настройке оборудования, руб,

$$Z_н''' = \frac{\gamma_{об} C_ш \mathcal{D}_ш t_4}{100} (1-\rho_2), \qquad (7.18)$$

t_4 - время выхода из монтажной камеры и развертывания работ, сут;

ρ_2 - коэффициент снижения нагрузки на забой в период развертывания работ.

7.1.13. Ущерб от увеличения потерь в целиках ($Z_{пот}$, руб.) определяется по формуле

$$Z_{пот} = З_1 \mathcal{D}_{пот}, \qquad (7.19)$$

где $З_1$ - дифференциальная рента на 1 т промышленных запасов руб/т, определяется по "Отраслевой инструкции...[8] ,

$\mathcal{D}_{пот}$ - количество теряемых запасов угля в недрах в результате перемонтажа комплекса, т(раздел 6.5).

7.1.14. Переход комплексом геологического нарушения целесообразен, когда

$$Z_{пер} \leq Z_{п.м} \qquad (7.20)$$

7.2. Расчет экономической целесообразности перехода нарушения для условий Кузнецкого бассейна

7.2.1. Расчет производится по методике, изложенной в разделе 7.1, для условий Кузнецкого бассейна с привлечением статистических данных. Все категории затрат устанавливаются в зависимости от двух основных параметров нарушения: амплитуды и угла встречи с забоем (угол α принимается 90^0). Все забои разделяются на две группы по вынимаемой мощности и на три - по устойчивости пород кровли.

7.2.2. Ущерб от перехода геологического нарушения устанавливается по трем категориям затрат: прямой ущерб от повышения себестоимости, ущерб от снижения нагрузки и повышения зольности. Другие виды затрат для условий бассейна несущественны.

7.2.2. Принятые исходные данные для расчета по группам представлены в табл. 7.1.

Скорости движения комбайна $V_{пэ}$ и $V_{пп}$ приняты в соответствии с "Прогрессивными технологическими схемами..." [5] . Другие показатели выведены как среднестатистические по бассейну.

Таблица 7.I

Тип комплекса	Тип комбайна	$V_{п.э}$, м/мин	$V_{п.п}$, м/мин	$t_{конц}$, мин	$m_в$, м	L, м	$C_л$, руб/т	$A_{сут}$, т/сут
ОКП	КШ1КГ							
КМ-8I	КШ3М	2,5	0,7	70	2,8	I05	I,35	I230
КМ-87	2К-52							
МК	ГШ-68	4,8	I,8	80	I,6	II0	2,26	648

7.2.3. Исходные данные, не зависящие от принятых групп, представлены в табл. 7.2.

Таблица 7.2

$\gamma_{об}$,%	$C_ш$, руб/т	$Д_ш$, т/сут	$Ц_1$, руб.	θ, град	$A^c_у$, %	$A^c_п$, %	$\gamma_у$, т/м^3	$\gamma_п$, т/м^3
I,76	I2,25	36I0	9,45	9	I6,3	85	I,3	2,4

Показатели, соответствующие буквенным обозначениям табл. 7.I и 7.2 даны в разделе 7.I.

7.2.4. Расчет затрат ($Э$, руб.) при переходе комплексом нарушения производится по формуле

$$Э = Д_н\left[\left(\frac{1}{P}-1\right)\left(C_0 + \frac{\gamma_{об} C_ш Д_ш}{A_{сут}}\right) + \frac{Д_ш Ц_1 \cdot 0{,}03\left(A^c_н - A^c_у\right)}{A_{сут}\cdot P}\right]. \qquad (7.2I)$$

Результаты расчетов, проведенных на ЭВМ, для мощности пласта до 2 м (комплексы типа КМ-87, МК) представлены на рис. 7.I, а для мощности до 3 м (комплексы типа ОКП, КМ-8I)-на рис. 7.2. Расчеты выполнены как для минимальной присечки породы (серия кривых Z_{min}), так и для максимальной (серия кривых Z_{max}). Зоны между кривыми I-4, 2-5, 3-6 (заштрихованные части) соответствуют устойчивым, средней устойчивости и неустойчивым породам в нарушенной зоне при углах встречи нарушения с забоем в интервале $I0^0$ (кривые 4,5,6) и 60^0 (кривые I,2,3).

7.2.5. При подсчете ущерба от перемонтажа комплекса затраты делятся на две категории: не зависящие от параметров нарушения (собственно перемонтаж, проходка монтажной и демонтажных камер, потеря нагрузки в результате перемонтажа, а также затухания и развития работ) и зависящие (ущерб от потерь угля).

Исходные данные для подсчета затрат, не зависящих от параметров нарушения, представлены в табл. 7.3.

Таблица 7.3

Тип комплекса	Стоимость монтажа и демонтажа I секции, руб.	Время монтажа и демонтажа комплекса, сут	Полная стоимость проходки монтажной камеры, руб.	Снижение нагрузки на забой в период затухания и развертывания работ, %	Время затухания и развертывания работ, мес
ОКП	385	40	7000	20-25	I+2
КМ-87	I97	40	5000	20-25	I+2

7.2.6. Ущерб от увеличения потерь в целиках при перемонтаже комплекса определяется по формуле

$$Z_{пот} = З_1 Q_п \cdot \qquad (7.22)$$

Величина потерь определяется по данным раздела 6.5.

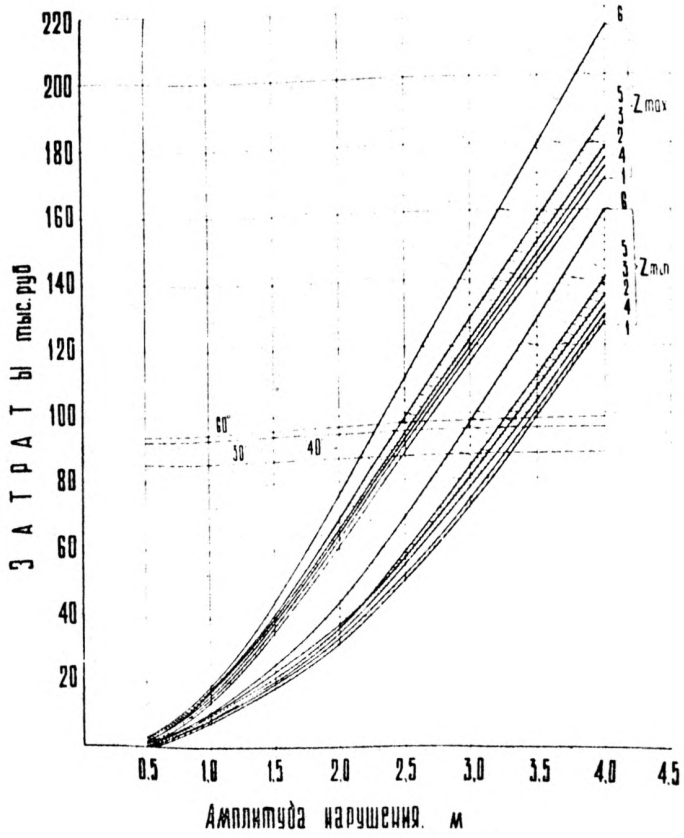
Величина дифференциальной ренты ($З_1$, руб/т) определяется в соответствии с приказом Минуглепрома СССР от 30.09.74 № 353.

$$З_1 = (14,1 - 12,25)\left(1 - \frac{П}{100}\right) \cdot \qquad (7.23)$$

где П - общий уровень потерь,%, принимается в среднем по бассейну 23%.

7.2.7. Общий ущерб от перемонтажа в зависимости от амплитуды нарушения при различных углах встречи его с забоем представлен в виде графиков на рис. 7.I и 7.2 (пунктирные линии). Пересечение пунктирных линий с соответствующими сплошными дает значение амплитуды, ниже которой экономически целесообразно переходить нарушение, а выше - перемонтировать. Как видно из рис. 7.I и 7.2, для условий Кузнецкого бассейна граница целесообразности перехода геологических нарушений располагается в пределах их амплитуд 2,0-3,5 м.

7.2.8. Кривые, представленные на рис. 7.I и 7.2, могут быть использованы для оценочных расчетов при выборе целесообразности перехода нарушения в конкретных горно-геологических условиях. Для этого на графиках выбираются кривая затрат по переходу геоло-



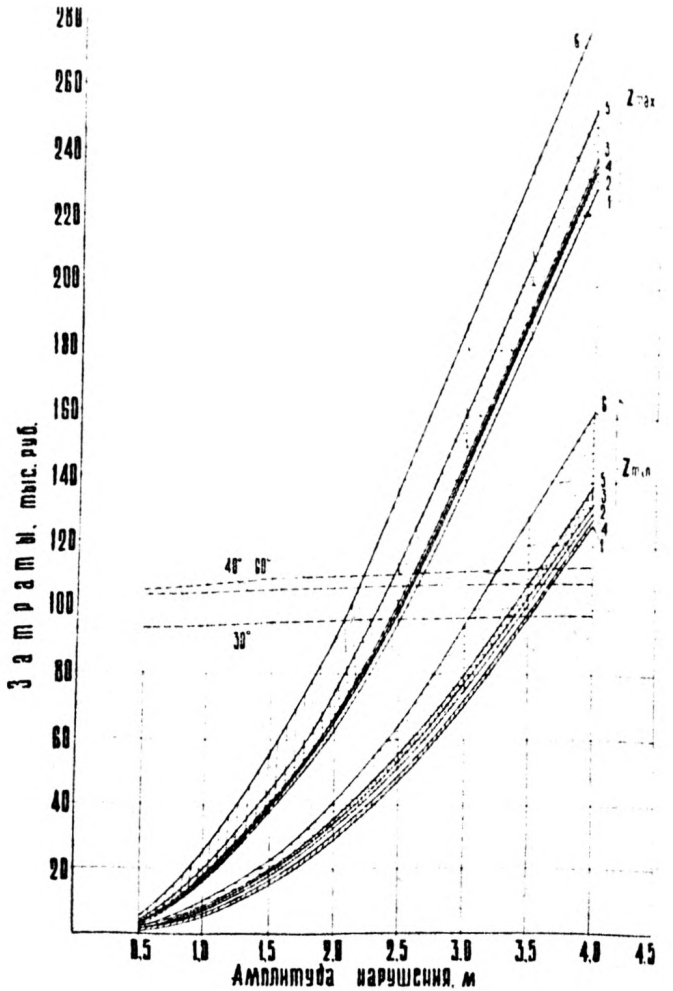
7.I. Изменение затрат на переход нарушения или перемонтаж комплекса в зависимости от его амплитуды при мощности пласта 2 м:

Z_{min} - затраты при минимальной присечке боковых пород в очистном забое; Z_{max} - то же, при максимальной присечке;

I,2,3 - кривые соответственно для устойчивой, средней устойчивости и неустойчивой кровли при углах встречи нарушения с забоем 60^0 и более;

4,5,6 - то же, для углов встречи в диапазоне $0\text{-}10^0$;

----- - затраты на перемонтаж комплекса при различных углах встречи нарушения с забоем



7.2. Изменение затрат на переход нарушения или перемонтаж комплекса в зависимости от его амплитуды при мощности пласта 3 м:

Z_{min} - затраты при минимальной присечке боковых пород в очистном забое; Z_{max} - то же, при максимальной присечке; I,2,3 - кривые соответственно для устойчивой, средней устойчивости и неустойчивой кровли при углах встречи нарушения с забоем 60^0 и более; 4,5,6 - то же, для углов встречи в диапазоне $0\text{-}10^0$; ----- - затраты на перемонтаж комплекса при различных углах встречи нарушения с забоем

гического нарушения, соответствующая конкретным условиям (мощности пласта, принятому способу присечки боковых пород в очистном забое, углу встречи нарушения с забоем, устойчивости боковых пород в нарушенной зоне), а также кривая затрат по перемонтажу комплекса при различных углах встречи нарушения с забоем (пунктирные линии). Пересечением этих кривых определяется искомая граница целесообразности перехода нарушения.

Например, необходимо установить целесообразность перехода дизъюнктивного нарушения, имеющего следующую характеристику: угол встречи нарушения с забоем 10^0, амплитуда 2,5 м, породы в нарушенной зоне средней устойчивости. Пласт мощностью 1,8 м отрабатывается комплексом типа МК. По условиям устойчивости кровли в забое принимается присечка почвы пласта, т.е. производится максимальная присечка породы.

Данным условиям соответствует зона между кривыми 2-5 серии l_{max} на рис. 7.1 , причем кривая 5 соответствует углу встречи забоя с нарушением 10^0. Затратам на перемонтаж комплекса в диапазоне углов встречи нарушения с забоем $0-30^0$ соответствует пунктирная линия 30^0.

Пересечение указанных линий дает величину амплитуды 2,3 м, т.е. при имеющейся амплитуде 2,5 м более экономически выгодным является перемонтаж комплекса.

В том случае, когда кривые, соответствующие точным значениям условий, на графике отсутствуют, необходимо интерполировать их по имеющимся значениям.

8. ОСНОВНЫЕ МЕРЫ ПО БЕЗОПАСНОМУ ВЕДЕНИЮ РАБОТ

8.1. Кроме общих правил безопасности ведения работ в механизированных очистных забоях при переходе нарушений необходимо соблюдение мер безопасности, вызванных особенностями горнотехнических условий работы механизированных комплексов.

8.2. Работы по переходу нарушений необходимо проводить в соответствии с паспортами ведения очистных работ и управления кровлей, которые включают выбор способа и варианта присечки боковых пород с составлением технологической карты перехода, мероприятия по управлению и эксплуатации комплекса, меры контроля и безопасности ведения очистных работ. Все работы по переходу нарушения производить в присутствии технического надзора.

8.3. Для обеспечения максимальной скорости подвигания комплекса в процессе перехода нарушения необходимо:

- очистную бригаду полностью укомплектовать квалифицированными рабочими в соответствии с технологическими схемами;
- на штреках иметь необходимый объем запасных частей и оборудования, подвергаемых повышенному износу во время перехода нарушения;
- иметь запас леса не менее 3-4 $м^3$.

8.4. В случаях отжима угля из забоя необходимо производить анкерование забоя деревянными расклинивающимися по всей длине анкерами. Длину анкера принимать на 0,5 м больше глубины зоны отжима. Количество анкеров на I $м^2$ принимать исходя из опыта, но не менее одного. При отжимах более ширины заходки (0,63 м) принимать опережающее крепление в виде деревянных стоек, устанавливаемых под верхняк с полной перетяжкой кровли.

8.5. В особо сложных случаях, когда высыпание пород кровли происходит впереди очистного забоя, производить укрепление пород смолами или возведение опережающей крепи. В качестве опережающей крепи применять металлические трубы или рельсы с перекрытием их плахами или однорезками.

8.6. При наличии зон слабых пород необходимо производить перетяжку кровли затяжками или распилами.

8.7. При блочном обрушении кровли применяется анкерование кровли металлической анкерной крепью, штанги при этом должны пересекать трещины основной системы трещиноватости.

8.8. В особо сложных случаях рекомендуется способ опережающей лавы. Как разновидность этого способа возможно применение опережающих подхватов в очистном забое.

8.9. При образовании пустот над секциями крепи их необходимо подбучивать путем укладки деревянных клиньев из отрезков шпального бруса или распилов.

8.10. При необходимости ведения буровзрывных работ, когда крепость присекаемых пород $f \geq 4$, в каждом конкретном случае должен составляться паспорт буровзрывных работ в установленном порядке.

8.11. Для предотвращения повреждений при ведении буровзрывных работ все элементы гидросистемы должны быть надежно защищены

ограждениями из прорезиненной ленты или других материалов.

8.12. Форсированный способ перехода нарушения следует применять в наиболее благоприятных случаях при слабом проявлении горного давления, отсутствии куполообразования и углах встречи, близких к нулю.

8.13. При применении форсированного способа перехода нарушения с поднятием комплекса на новый уровень установку секций в исходное (наклонное по продольной оси) положение необходимо производить при разгрузке не более одной секции. Фиксацию перекрытия производить путем установки под него или под козырек металлических или деревянных стоек. Для повышения устойчивости комплекса установку основания производить на деревянные клинья, укладываемые без зазоров по всей его ширине. Клинья устанавливать одновременно под основание и конвейер.

8.14. При применении форсированного способа перехода нарушения с опусканием комплекса выемку канавы следует производить впереди конвейера с постоянным опусканием в него всей крепи.

8.15. При мелкоступенчатом способе угол наклона траектории к горизонту на участке прямолинейного движения секций должен обеспечивать устойчивость секций крепи и комбайна от опрокидывания.

8.16. Во время перехода нарушения в течение всего периода маркшейдерская служба шахты должна контролировать положение комплекса в пространстве. Для контроля прямолинейности базы комплекса, его изгиба на заданный угол рекомендуется использовать лазерный указатель направления (ЛУН-7).

8.17. При проникновении обрушенных пород в призабойное пространство необходимо своевременно производить их уборку и зачистку узлов крепи и гидравлики.

8.18. Перед переходом геологического нарушения и после него необходимо производить полную ревизию всех частей комплекса: крепи, комбайна и конвейера. Неисправные и ненадежные узлы и детали должны быть заменены.

8.19. В течение всего периода выполнения работ по маневрированию необходимо осуществлять систематический контроль за начальным распором гидростоек крепи.

8.20. Нельзя производить от одной насосной станции разгрузку и распор гидростоек более чем у одной секции.

8.21. При развороте с сохранением прямолинейности базы комплекса индивидуальные гидростойки должны быть установлены непосредственно под устойчивую кровлю на участке 5-10 секций, а при неустойчивой и весьма неустойчивой кровле должны устанавливаться под доски или распилы, уложенные на перекрытия секций на участке 10-20 секций.

8.22. При развороте с изгибом базы комплекса индивидуальные гидростойки должны устанавливаться у 3-5 секций вблизи изгиба комплекса.

8.23. При уменьшении мощности пласта и опускании крепи необходимо оставлять запас раздвижности не менее 200-350 мм.

8.24. Во всех случаях во избежание заклинивания секций механизированной крепи и конвейера необходимо, чтобы технологические зазоры между ними не сокращались более чем наполовину нормальной величины.

8.25. Передвижку секций гидравлической крепи необходимо производить с минимально возможным отставанием от комбайна не более трех секций. Задвижка секций к забою должна обеспечивать отставание от забоя не более 0,2 м.

8.26. Для предотвращения потери устойчивости секциями необходимо использовать индивидуальные гидростойки и гидродомкраты.

8.27. В период длительной остановки забоя (на выходные или праздничные дни и др.) необходимо производить подбивку деревянных стоек под перекрытия в зоне нарушения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Временное руководство по переходу разрывных флексурных нарушений комплексами с гидрофицированными крепями. - Кемерово, 1976. -

2. Методические указания по геометризации и прогнозу разрывных нарушений в пределах выемочных участков для шахт Кузбасса /ВНИМИ. Л., 1973.

3. Глазов Д., Верин В.С. и др. Вождение механизированных комплексов в сложных горно-геологических условиях.-Кемерово, 1973.

4. Технологические схемы очистных и подготовительных работ. - М.: Недра, 1971. - с.

5. Прогрессивные технологические схемы разработки пластов на угольных шахтах. - М., 1979. - с.

6. Методика определения экономической эффективности использования в угольной промышленности новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. - М., 1979. - с.

7. Об утверждении инструкции по учету добычи угля (сланца) и продуктов обогащения на шахтах (разрезах) и обогатительных фабриках Министерства угольной промышленности СССР. - Приказ Минуглепрома СССР № 389 от 30 августа 1971 г.

8. Отраслевая инструкция по учету балансовых и расчету промышленных запасов, определению, нормированию, учету и экономической оценке потерь угля (сланца) при добыче. - М., 1974. - с.

9. Временная инструкция по укреплению горных пород химическими растворами. - М., 1974. - с.

10. Временное руководство по упрочнению угольного массива мочевиноформальдегидными смолами на шахтах Кузбасса. - Прокопьевск 1979. - 40с.

О Г Л А В Л Е Н И Е

I. ВВЕДЕНИЕ 3

2. ХАРАКТЕРИСТИКА НАРУШЕННОСТИ ПОЛОГИХ И НАКЛОННЫХ ПЛАСТОВ 3

3. УСЛОВИЯ И ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСОВ В ЗОНЕ НАРУШЕНИЯ 5

3.I. Условия работы 5

3.2. Влияние параметров нарушения на сложность его перехода II

4. ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТНЫХ РАБОТ I6

4.I. Переход зоны ослабленных пород I7

4.2. Выбор способа и варианта присечки боковых пород 22

4.3. Определение объема присекаемых пород для одиночного нарушения 24

4.4. Определение объема присечки при переходе группы нарушений 34

4.5. Примеры расчета объемов присекаемой породы и выбора варианта присечки 35

4.6. Составление технологической карты перехода нарушения 4I

5. ЭКСПЛУАТАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЕМ КОМПЛЕКСА 43

5.I. Общие положения 43

5.2. Маневрирование комплексом в вертикальной плоскости 44

5.3. Маневрирование комплексом в плоскости пласта 48

5.4. Выбор раздвижности крепи 50

5.5. Контроль за положением элементов комплекса 5I

6. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЕРЕХОДА НАРУШЕНИЯ 5I

6.I. Расчет нагрузки на очистной забой на период перехода геологического нарушения 5I

6.2. Расчет нагрузки при переходе серии мелкоамплитудных нарушений 57

6.3. Расчет среднесуточной нагрузки на нарушенное выемочное поле 57

6.4. Расчет зольности добываемого угля 58

6.5. Потери угля 59

7. ОЦЕНКА ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПЕРЕХОДА ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ МЕХАНИЗИРОВАННЫМИ КОМПЛЕКСАМИ 63

7.I. Определение целесообразности перехода геологического нарушения 63

7.2. Расчет экономической целесообразности перехода нарушения для условий Кузнецкого бассейна 68

8. ОСНОВНЫЕ МЕРЫ ПО БЕЗОПАСНОМУ ВЕДЕНИЮ РАБОТ 73

Руководство по переходу геологических нарушений механизированными комплексами

Ответственный за выпуск Козионов Е.М.

gost.e-ecolog.ru

ОП 16603 Подп. в печать Заказ № 1150 Тираж 200 экз.