

УДК 622.284.001.45

Э.И.ЯЛЫШЕВ, С.В.ПОЛЯКОВ,
В.Н.КОВАЛЕВ, О.Т.СТЕПАНЕНКО

АДАПТИВНОСТЬ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ КРЕПЕЙ НОВЫХ ПОКОЛЕНИЙ ПРИ ОТРАБОТКЕ ПЛАСТОВ С ТЯЖЕЛОЙ КРОВЛЕЙ

В настоящее время для разработки пологонаклонных пластов создано и разрабатывается значительное количество механизированных комплексов, разделенных условно на три поколения. С начала 80-х годов стали создавать механизированные комплексы третьего поколения с унифицированными крепями, опытные образцы которых прошли или проходят промышленные испытания на шахтах страны. Область применения комплексов третьего поколения охватывает подавляющее большинство шахтопластов — 88,2 %, а комплексов первого и второго поколений только 17,4 и 32,6 % соответственно.^х Комплексы третьего поколения не охватывают шахтопласты с тяжелой кровлей в диапазоне мощности 0,7–1,2 м. Следовательно, при смене поколений комплексов целесообразно совместное использование комплексов различных поколений, что дает возможность расширить область применения механизированных комплексов и тем самым охватить 92,9 % всех шахтопластов.

В статье приводятся результаты исследований адаптируемости механизированных комплексов второго и третьего поколений на пластах с тяжелыми кровлями для диапазона мощности 1,2–2,5 м. Для этих условий созданы комплексы КМ-87УМШ (первое поколение), КМТ и УКП (второе) и КМ-138 (третье) с различной конструкцией перекрытия. В настоящее время комплексы КМ-87УМШ заменяются на комплексы второго и третьего поколений, поэтому в статье рассмотрена адаптивность крепей только механизированных комплексов 2КМТ, УКП, 2КМ-138 при отработке пластов с тяжелой кровлей (табл.1).

Исследования проводились на четырех комплексах на трех шахтопластах (табл.2).

На шахте «Распадская» исследования были начаты в лаве 4-II-II с комплексом УКП в переходной зоне, где непосредственно над пластом залегал аргиллит мощностью 0,5–0,85 м. Из нарушений кровли в этот период преобладали вывалы, высота которых колебалась от 0,2 до 0,85 м, в среднем составляя 0,35 м. Большинство вывалов (59 %) начиналось по линии забоя. Максимальное расстояние вывалов от забоя составляло 1,2 м, в среднем 0,19 м

^х Типовые условия эксплуатации механизированных комплексов на пологонаклонных (до 35°) пластах / ВНИМИ. Л., 1985.

Комплекс	Конструкция перекрытия	Диапазон мощности пластов, обслуживаемых комплексом, м	Характеристика кровли по тяжести проявления горного давления	Сопротивление крепи, кН/м ²
2КМТ	Поддерживающая	1,35-2,0	Тяжелая	1000
1УКП	Оградительно-поддерживающая	1,4-2,5	Тяжелая, от легко-обрушаемой до трудно-обрушаемой	1000
2КМ138	Поддерживающе-оградительная	1,4-2,2	Тяжелая	860-870

(90 % вывалов происходило на расстоянии до 0,5 м от забоя). Ширина вывалов при этом составляла от 0,25 до 2,6 м, в среднем 1,1 м. Длина вывалов вдоль лавы изменялась от 0,8 до 7,3 м, при этом большинство вывалов (67 %) по длине были менее 1,5 м. В местах вывалов слои песчаника над поддерживающей частью крепи делились на блоки шириной 0,6-0,7 м и смещались относительно друг друга, образуя ступенчатый профиль. В ряде случаев смещение блоков песчаника приводило к проседанию гидростоек, уменьшению высоты призабойного пространства. На участке, где в непосредственной кровле залегают алевролиты мощностью 5-15 м, обрушение их за крепью происходило мелкими блоками вслед за поддерживающей частью крепи без зависания.

Заколы впереди козырьков появлялись эпизодически. При работе комплекса под песчаником наблюдались зависания кровли за крепью на 8-10 м. Порода обрушалась крупными блоками. Впереди козырьков периодически появлялись заколы со смещением до 0,6 м. Во время периодических осадков кровли, которые происходили через 15-20 м подвигания очистного забоя, скорости опускания кровли были высокими, что приводило к интенсивной податливости стоек и посадкам секций «нажестко». При работе под песчаником на протяжении 454 м подвигания лавы имели место девять случаев посадки секций «нажестко», при этом было зажато 20 секций.

На рис. I представлены схемы взаимодействия крепи комплекса 1УКП с боковыми породами. Первый тип взаимодействия (рис. I, а) характерен тем, что все опорные поверхности крепи полностью контактируют с боковыми породами. Этот тип взаимодействия характерен для тех участков выемочного столба, где непосредственно над пластом залегают породы, обрушающиеся вслед за передвижкой крепи после снятия под ними опоры. Он является наиболее благоприятным для крепей рассматриваемого типа.

Второй тип (рис. I, б) имеет место в тех случаях, когда породы, залегающие непосредственно над пластом, склонны к зависанию. С кровлей взаимодействует только козырек крепи, а ограждение испытывает только периодические резкие нагрузки в моменты обрушения зависающих за козырьком пород. Основание при этом полностью контактирует с почвой пласта. С точки зрения работы крепи эта схема менее благоприятна, чем первая, и является переходной к другим схемам.

Таблица 2

Горно-геологические условия работы, комплексов

Шахта	Комплекс	Длина лавы, м	Глубина расквотки, м	Пласт		Угол падения, град.	Кровля (состав, мощность)		Почва (состав, мощность)
				Индекс	Мощность, м		непосредственная	основная	
„Распадская“ ПО „Южкозбасс-уголь“	1УКП (рис.1)	Около 150	170	11	1,9	7	„Ложная“ 0,15-0,2 м, алевролит 1,5 м, $f = 3-5$	Песчаник 12-15 м, $f = 8-10$	Алевролит, $\sigma_{сж} = 0,5$ МПа
	2КМ138 (рис.2)	110-131	150-210	11	1,7-2,1	6-8	Алевролит 0-5 м, $f = 5-8$	Пабчаник 24-34 м, $f = 7-9$	Алевролит 1,0-1,8 м, $\sigma_{сж} = 0,15$ МПа
Имени С.М.Кирова ПО „Денискуголь“	2КМТ (рис.3)	128-132	180-200	Бреве- ский	1,7-2,05	10-15	„Ложная“ 0,1-0,5 м, аргиллит 3-8 м	Песчаник 8-22 м	Аргиллит, $\sigma_{сж} = 6$ МПа
	2КМТ (рис.4)	165	400	K ₈	1,69-2,12	10-12	Известняк 0,2-2 м, глинистый сланец 3,05 м, $\sigma_{сж} =$ $= 32-44$ МПа	Песчаник 11-24,2 м, $\sigma_{сж} =$ $= 87$ МПа	Глинистый сла- нец 0,15-8,6 м

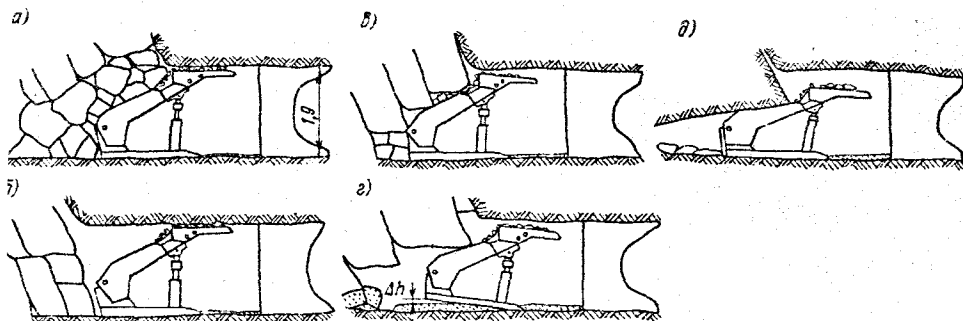


Рис. 1. Схемы взаимодействия механизированной крепи комплекса 1УКП с боковыми породами на шахте „Распадская“

Третий тип (рис. I, в) возможен в тех случаях, когда сползающие блоки пород кровли в большом усилии давят на ограждение по всей его длине. В результате стойки секций проседают и козырьки выходят из соприкосновения с кровлей и не поддерживают ее. Основание крепи по всей площади контактирует с почвой пласта. Условия поддержания кровли в призабойном пространстве существенно ухудшаются, так как поддерживающая часть крепи совершенно не контактирует с кровлей.

Четвертый тип (рис. I, г) отличается тем, что сползающие блоки пород кровли передают давление на ограждение в точках, находящихся в средней части ограждения или выше середины. В результате создается опрокидывающий момент, направленный по часовой стрелке, от действия которого крепь наклоняется в сторону забоя. При этом завальный конец основания секции приподнимается над почвой, а передний вдавливается в слабую почву или штыб, оставленный на ней. Козырек секции в этом случае отходит от кровли и наклоняется вниз.

Пятый тип (рис. I, д) имеет место в период осадок основной кровли, когда слои пород, расположенные непосредственно над пластом, обрушаются большими блоками. При обрушении они зажимают концы секций крепи, стойки садятся „нажестко“, а секции без проведения дополнительных работ невозможно передвинуть. Козырек крепи при этой схеме, как правило, не поддерживает кровлю. Кроме того, при работе на нижнем пределе вынимаемой мощности (1,4 м) перекрытие секции становится почти горизонтально и зажатие завального конца секции при крупноблочном обрушении происходит даже тогда, когда гидравлическая податливость стойки еще полностью не исчерпана.

На этой же шахте в лаве с комплексом 2КМ138 по мере продвижения лавы состояние и поведение кровли также не оставалось постоянным. На протяжении выемочного столба выделилось два участка: на первом в непосредственной кровле залегал алевролит мощностью до 5 м, на втором непосредственно над пластом залегал песчаник основной кровли.

Основным видом нарушений кровли на первом участке были трещины без смещений, иногда образовывались вывалы высотой до 0,3 м и шириной до 1,4 м (рис. 2, а). В целом состояние кровли в этот период было хорошим.

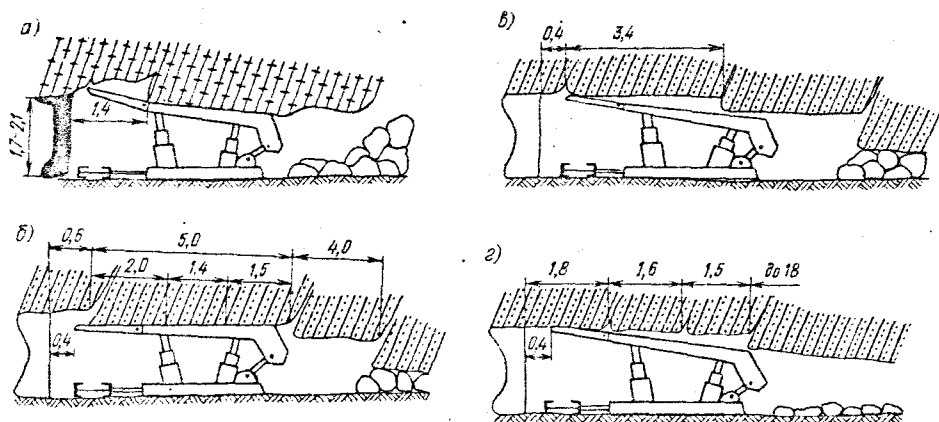


Рис.2. Схемы взаимодействия механизированной крепи комплекса 2KM138 с боковыми породами на шахте „Распадская“

Количество секций, над которыми были вывалы, составило 3,5 %. На втором участке состояние и поведение кровли было наиболее характерным для тяжелых кровель (рис.2, в-г).

Первая схема взаимодействия (рис.2, б) имела место в том случае, когда разлом мощного слоя песчаника, залегающего над пластом, происходил по линии забоя или несколько впереди ее в глубине массива. В этом случае блоки песчаника разворачивались без смещения относительно друг друга. Площадь их контакта с перекрытием была максимальной. Величина опускания точек блока по мере удаления от забоя увеличивалась, поэтому стойки заднего ряда имели в этом случае большую податливость, чем передние. В момент разлома песчаника возникали динамические нагрузки на гидростойки крепи и другие ее элементы.

Вторая схема (рис.2, в) характерна тем, что контактирование перекрытия с блоком кровли происходит практически по линии, расположенной несколько впереди заднего ряда стоек. В этом случае происходит удар просевшего блока песчаника по перекрытию и его разрушение.

Третья схема взаимодействия (рис.2, г) имела место, когда резкое проскальзывание зависающих блоков песчаника происходило над задней консолью перекрытия. При этой схеме удар просевших блоков приходился по задней консоли или ограждению. Это приводило к разрыву цилиндров гидростоек, выдавливанию уплотнительных манжет и отламыванию проушин траверс.

В целом состояние кровли на втором участке было удовлетворительным. Количество секций, над которыми имели место те или иные нарушения, составило 6,9 % от всего количества их в лаве. Основными видами нарушений были трещины. В ряде случаев наблюдались вывалы пород из кровли, ширина которых изменялась от 0,8 до 1,5 м (в среднем 1,17 м) при средней высоте 0,24 м. Относительное смещение блоков по трещинам (заколам) во время обрушения песчаника достигало 100 мм.

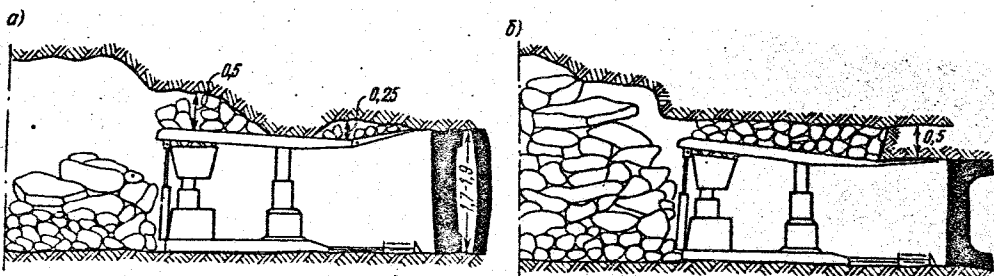


Рис.3. Схемы взаимодействия механизированной крепи комплекса 2КМТ с боковыми породами на шахте им. С.М.Кирова

На шахте им.С.М.Кирова в лаве с комплексом 2КМТ в период исследований состояние кровли было удовлетворительным. Оно определялось в основном состоянием нижней пачки непосредственной кровли — «ложной». Основными видами нарушений кровли в лаве были трещины, отслоения и вывалы нижних слоев кровли от 0,1 до 0,5 м. Образование трещин и вывалов вдоль них происходило на расстоянии 0,7–1,2 м от забоя (рис.3,а).

По мере подвигания забоя и «топтанья» кровли секциями, нижний слой кровли мощностью до 0,5 м полностью разрушался над перекрытиями и частично просыпался между ними (рис.3,б). Козырек с гидростроном достаточно надежно подхватывал «ложную» кровлю в бесстоечном призабойном пространстве, препятствуя ее обрушению. Над перекрытиями величина вывалов составляла по высоте до 0,5 м, по ширине 0,4–1,7 м и по длине (вдоль линии забоя) до 5 м.

Следует отметить, что при волнистой гипсометрии пласта соседние секции, попадая на возвышенность в почве, разворачивались в разные стороны — одна в сторону падения, другая в сторону восстания. Это приводило к тому, что зазоры между перекрытиями секций увеличивались до 150 мм (по проекту 36 мм). В результате разрушенные породы кровли просыпались в рабочее пространство, затрудняя передвижение секций, управление крепью и проход людей. Предусмотренные на секциях крепи ограждения (задние и боковые) не обеспечивали надежного перекрытия очистного пространства от проникновения в нее обрушившихся за крепью пород. Задние стойки оказывались засыпанными проникшей из завала породой на высоту стаканов, крепящих стойки к основанию.

На шахте «Молодогвардейская» в лаве с комплексом 2КМТ в период исследований состояние кровли в целом можно оценить как хорошее. Вывалообразования не отмечалось. Имело место только раздавливание оставленной (при мощности более 2 м) в кровле пачки угля, который при передвижении крепи просыпался в зазоры между перекрытиями. При осадках основной кровли, в момент выхода лавы из мулды (на перегибе пласта) в кровле появлялись трещины, которые образовывались вслед за проходом комбайна (рис.4). По этим трещинам происходило смещение кровли до 10–13 см. Исследования показали, что крепь комплекса 2КМТ менее приспособлена для работы на пластах с неустойчивыми кровлями из-за недостаточно полного перекрытия поддерживаемой

Основные показатели владивности крепи комплексов

Показатели	Крепь комплекса				Дополнительные сведения	Крепь, обеспечивающая лучший показатель
	1УКП	2КМТ	2КМ138	4		
1	2	3	4	5	6	
Обеспечение силового взаимодействия подпружиняющей части крепи с кровлей	При передаче нагрузки через оттяжение подвешивающая часть отходит от кровли	Всегда	Всегда	Всегда	-	2КМТ 2КМ138
Подержанность динамическим воздействиям кровли при блоном ее обрушении	В большей степени, так как кровля над оттяжением имеет свободу перемещения	В меньшей степени, так как кровля с кровлю находится в контакте	В меньшей степени, так как кровля с кровлю находится в контакте	В меньшей степени, так как кровля с кровлю находится в контакте	На 2КМ138 имели место пологий траверс и перекрытий по сварке	2КМТ 2КМ138
Продольная устойчивость секций под воздействием обрушающихся пород	Секции наклонялись на забой	Отрывы болтов крепления стоек	Отрывы болтов крепления стоек	Отрывы болтов крепления стоек	-	2КМ138 2КМТ
Взаимодействие оснований с почвой	В большинстве случаев поднятие эшпелей части оснований над почвой	По всей площади основания	По всей площади основания	По всей площади основания	-	2КМ138 2КМТ
Закатие хвостовой части секции обрушающимися породами	Пронсходит	Пронсходит	Пронсходит	Пронсходит	На 2КМТ (шахта им.С.М.Киров) - случаи зажатия задних оттяжений	2КМ138 2КМТ
Работа крепей в переходной зоне (переход от одного класса кровли к другому с изменением их мощности до нуля)	В меньшей степени	В меньшей степени	В меньшей степени	В меньшей степени	На 1УКП и 2КМТ - большие отбояжения кровли; на 2КМТ - проседание пород между перекрытиями и из завала	2КМ138
Приспособляемость крепи к неровностям кровли и почвы	В большей степени	В меньшей степени	В меньшей степени	В меньшей степени	На 2КМТ при установке секций на волнистой почве увеличиваются зазоры между перекрытиями	1УКП
Приспособляемость к колебаниям мощности пласта	Охватывает больший диапазон 1,4-2,5 м	Охватывает меньший диапазон 1,35-2,0 м	Охватывает меньший диапазон 1,4-2,2 м	Охватывает меньший диапазон 1,4-2,2 м	-	1УКП
Длительность нахождения подерживающей части крепи под вывалами	Меньшая	Большая	Большая	Большая	-	1УКП
Захватывание оснований в слабую почву	Только при вдавливании носков	Запахивается	Запахивается	Запахивается	-	1УКП

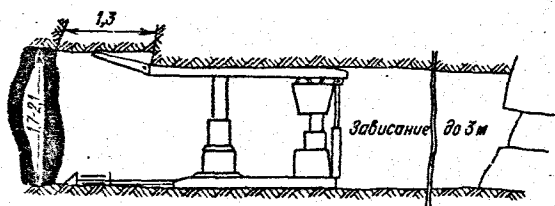


Рис.4. Схема взаимодействия механизированной крепи комплекса 2КМТ на шахте „Молодогвардейская“

кровли и очистного пространства со стороны завала, а при крупноблочном обрушении возможна потеря ее продольной устойчивости (разрыв болтов крепления стаканов гидростоек к основанию).

Анализ работы комплексов по условиям взаимодействия с боковыми породами

(табл.3) свидетельствует о том, что крепи комплексов 2КМ138 и 2КМТ больше соответствуют условиям, где непосредственно над пластом залегают прочные породы типа песчаников, известняков и т.д., которые имеют крупноблочное разрушение. В то же время они менее работоспособны при колебаниях мощности пласта, неровностях кровли, вывалообразовании пород и при наличии слабых почв. К этим параметрам наиболее адаптивна крепь комплекса ЛУКП, но она менее обеспечивает силовое взаимодействие поддерживающей части крепи с кровлей, подвержена в большей степени динамическим воздействиям кровли при ее блочном обрушении, недостаточно обеспечивается ее продольная устойчивость и приспособляемость при работе в переходной зоне (переход от одного класса кровли к другому).

В целом наиболее адаптивна при работе на пластах с труднообрушаемыми кровлями крепь комплекса 2КМ138, способная обеспечивать силовое взаимодействие поддерживающей части крепи с кровлями различных классов и продольную устойчивость секций, как при наличии в непосредственной кровле неустойчивых, легкообрушающихся пород, так и без них. Кроме того, применение передвижки секций с подпором, позволяющим приподнимать передний конец основания над почвой, исключает возможность запахивания оснований в почву. Это позволяет применять комплекс 2КМ138 и на пластах с наличием в почве участков со слабыми почвами ограниченного распространения.