

УДК 622.33(571.56)

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КРОВЛЕЙ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ ТАЙМЫЛЫРСКОГО КАМЕННОУГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ САХА (ЯКУТИЯ)

Зубков В.П., Васильев П.Н., Иудина Т.М.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела Севера им. Н.В.Черского Сибирского отделения Российской академии наук (ИГДС СО РАН), Якутск, Россия (4112, Якутск, пр. Ленина, 43), e-mail: igds@ysn.ru

Таймылырское каменноугольное месторождение расположено на северо-западе Республики Саха (Якутия). Балансовые запасы угля этого месторождения составляют по категориям А+В+С₁ 162956 тыс. т, по категории С₂ в количестве 160100 тыс. т. Угли каменные, марки Д. Угольный пласт мощностью от 1м до 4м залегает полого с углами падения до 5°, кровля пласта представлена серым песчаником, почва состоит из песчано-глинистого сланца. Контакты угольного пласта как с кровлей, так и почвой довольно резкие. Температура вмещающих пород составляет -5° -8°. Расстояние от пласта до поверхности составляет от 0 до 200 м. Для освоения указанного месторождения необходимо решать целый ряд сложных вопросов. Одной из проблем является сложность в управлении кровлей. В ИГДС СО РАН разработан способ управления труднообрушаемой и трудноуправляемой кровлей, заключающийся в том, что на поверхности над выработанным пространством монтируют вибраторную установку, с помощью которой осуществляют первичную посадку кровли. Одновременно с работой вибраторной установки ведут дистанционное наблюдение за смещением пород кровли.

Ключевые слова: первичная посадка кровли, угольные месторождения, механизированный комплекс, выработанное пространство, криолитозона.

SOLUTION OF ROOF CONTROL FOR UNDERGROUND MINING OF TAYMYLYRSKOE COAL DEPOSIT IN REPUBLIC OF SAKHA (YAKUTIA)

Zubkov V.P., Vasiliev P.N., Iudina T.M.

Institute of Mining matter in the North regions named after N.V. Chersky and related to the Russian Academy of Science Siberian Branch (IGDS SO RAN), Yakutsk, Russia (4112, Yakutsk, Lenin Avenue, 43), e-mail: igds@ysn.ru

Taymylirskoe coal deposit is located in north-west of Republic of Sakha (Yakutia). Coal reserves are by category А+В+С₁ 162956 thousand t, С₂ – 160100 thousand t. The grade of coal is D. Coal seam lies gently dipping with angles up to 5°, roof seam is represented in gray sandstone, the soil consists of sand-shale. Contacts of the coal seam as a roof, and the soil are quite sharp. The temperature of the surrounding rocks is -5 ° -8 °. The distance from the formation to the surface is from 0 to 200m. It is necessary to solve a number of complex issues for mining of Taymylirskoe coal deposit. One of the problems is the difficulty in roof control. The method for roof control breaking bad and poorly managed is developed in Institute of Mining matter in the North. The method consists in the fact that vibrator unit through which primary landing roof made is mounted on the surface over goaf. Remote monitoring of the displacement of the roof rocks are carried out at the same time with the work of dipole installation.

Keywords: primary landing roof, coal deposits, mechanized complex, goaf, permafrost.

Целью статьи является ознакомление с горно-геологическими условиями Таймылырского каменноугольного месторождения РС(Я) и возможностью использования новых способов управления кровлей при подземной разработке месторождения с одновременным дистанционным контролем за смещением пород кровли.

Таймылырское каменноугольное месторождение расположено на северо-западе Республики Саха (Якутия), в 270 км от п. Тикси, административного центра Булунского улуса. По состоянию на 01.01.2011 г. балансовые запасы угля составляют по категориям А+В+С₁ 162956 тыс. т, по категории С₂ в количестве 160100 тыс. т. Угли месторождения

характеризуются малой зольностью, незначительным содержанием серы, высокой теплотворной способностью. Угли каменные, марки Д. Таймыльское месторождение отличается тем, что угольный пласт мощностью от 1 м до 4 м залегает полого с углами падения до 5°, кровля пласта представлена серым песчаником, почва состоит из песчано-глинистого сланца. Контакты угольного пласта, как с кровлей, так и почвой довольно резкие. Температура вмещающих пород составляет -5 ° -8 °С. Расстояние от пласта до поверхности составляет от 0 до 200 м.

При освоении указанного месторождения подземным способом ведения горных работ необходимо будет решать целый ряд сложных вопросов, касающихся:

- регулирования температурного и влажностного режимов в подземных горных выработках;
- противопожарной защиты горных выработок и подавления угольной пыли;
- применения труднозамерзающих жидкостей в гидравлике механизированных крепей;
- управления труднообрушаемой и трудноуправляемой кровлей в очистных забоях.

При разработке проекта освоения Таймыльского месторождения проектными организациями следует учесть опыт ведения подземных горных работ на других шахтах, работавших или работающих в условиях криолитозоны. Наиболее близкие горно-геологические условия представлены на шахте «Джебарики-Хая». На данной шахте в проект был заложен комплекс мер по созданию благоприятных микроклиматических условий и безопасному ведению горных работ. Проектом решались также вопросы регулирования теплового режима шахты (применение теплоаккумулирующих выработок), противопожарной защиты и пылеподавления. Достаточно полно опыт шахты «Джебарики-Хая» изложен в работе [1]. Вопросы теплового режима рассмотрены в монографии [2].

Что касается вопросов управления труднообрушаемой и трудноуправляемой кровлей, то необходимо отметить следующее.

В механизированных очистных забоях к наиболее аварийным относятся трудноуправляемые, труднообрушаемые кровли, при которых проявления первых и последующих осадок в выработанном пространстве связаны с разрушением зависающих на значительных площадях и больших размеров прочных слоев кровли. Первичные посадки кровли, создающие, кроме того, воздушный удар, особенно опасны для работающих, а большие динамические нагрузки способны привести к поломкам механизированных комплексов. В работе [1] дана классификация кровель угольного пласта (табл.1).

Как следует из данной классификации, к труднообрушаемым и к весьма труднообрушаемым относятся породы (аргиллиты, песчаники, алевролиты), имеющие значительные расстояния между плоскостями ослабления по напластованию и трещинами.

Однако, в условиях многолетней мерзлоты, в частности, при подземной разработке Таймыльского каменноугольного месторождения в Республике Саха (Якутия), любые типы пород относятся к труднообрушаемым, поскольку они сцементированы льдом и представляют единый смерзшийся монолит. Поэтому предъявляются совершенно другие требования к способам управления кровлями в условиях криолитозоны, основанные на понимании процессов, происходящих в подработанном массиве горных пород.

Таблица 1

Классификация кровель угольного пласта

Тип породы по обрушаемости	Литологический состав пород	Расстояние, м		Предел прочности на сжатие, МПа	Шаг обрушения, м		Коэффициент разрыхления пород при обрушении	Категория пород по устойчивости
		Между плоскостями ослабления по напластованию	Между трещинами		первый	последующий		
Весьма легкообрушающиеся	Пески	-	-	-	До 5	До 1	1,35-1,40	Неустойчивые
	Глины	-	-	До 5				
	Аргиллиты	0,01-0,20	0,05-0,30	До 20				
Легкообрушающиеся	Аргиллиты	0,03-0,3	0,10-0,50	10-40	5-10	1-5	1,25-1,35	Средней устойчивости
	Алевриты	0,05-0,3	0,20-0,50					
Среднеобрушающиеся	Аргиллиты	0,20-0,70	0,20-0,60	25-55	10-30	5-10	1,15-1,25	Устойчивые
	Алевриты	0,10-0,50	0,20-0,60					
	Песчаники	0,10-0,30	0,20-0,80					
	Известняки	0,05-0,30	0,30-1,00					
Труднообрушающиеся	Аргиллиты	0,50-2,70	0,50-2,70	50-85	30-60	10-30	1,10-1,15	Устойчивые
	Алевриты	0,30-0,80	0,30-1,20					
	Песчаники	0,20-0,80	0,30-1,50					
	Известняки	0,20-0,70	0,30-1,50					
Весьма труднообрушающиеся	Аргиллиты	2,00-5,00	2,00-10,00	70-270	Более 60	Более 30	1,08-1,10	Устойчивые
	Алевриты	0,70-2,00	1,00-3,00					
	Песчаники	0,80-2,00	1,00-3,50					
	Известняки	0,70-1,30	1,30-2,00					

В монографии [1] приведена классификация способов первичных посадок труднообрушаемых кровель, применимая для разработки месторождений, расположенных в условиях многолетней и островной мерзлоты (рис.1).

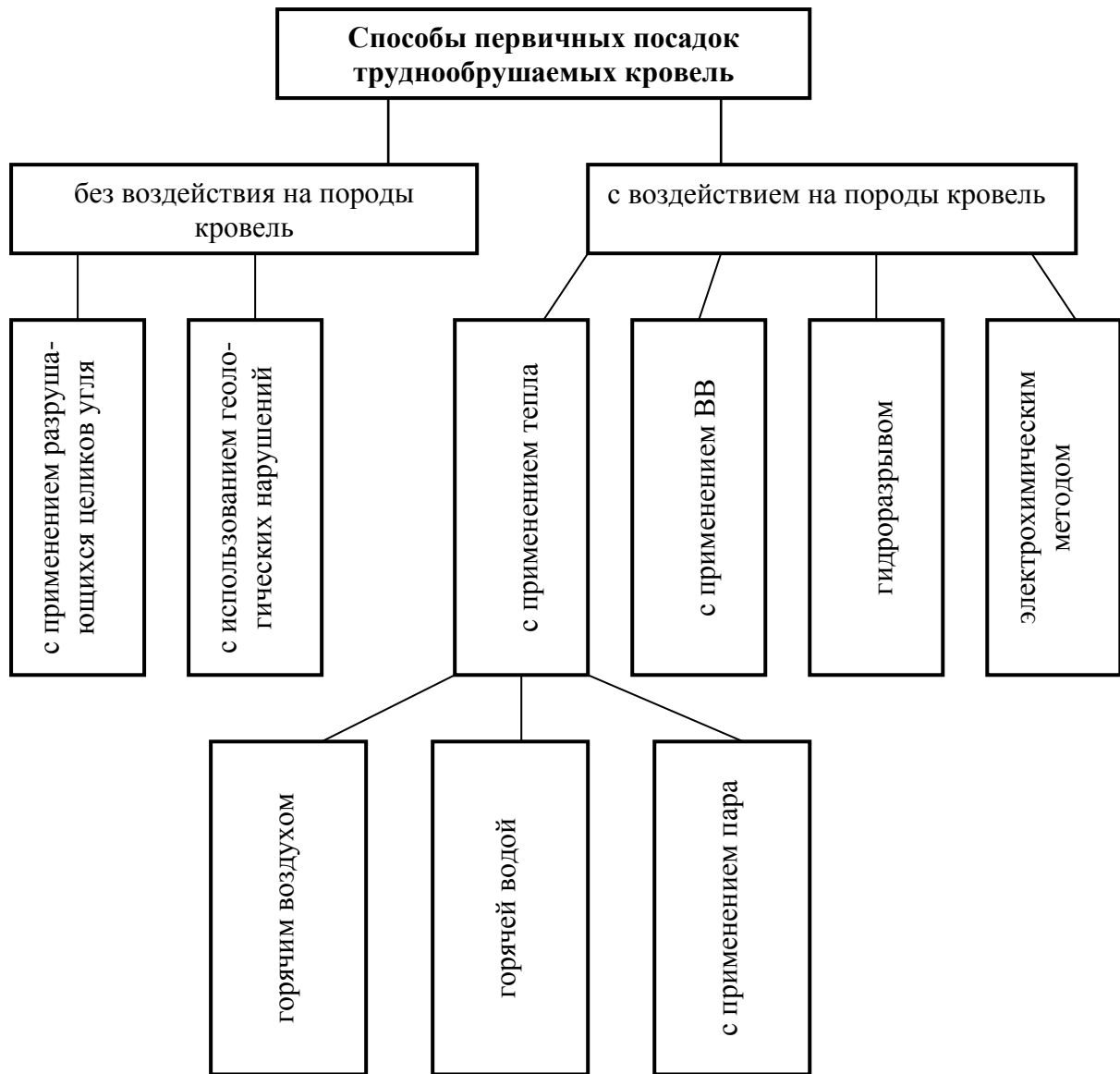


Рис.1. Классификация способов первичных посадок труднообрушаемых кровель

Так, на шахте «Сангарская» с успехом применялся способ первичной посадки с применением разрушающихся целиков угля, а на действующей шахте «Джебарики-Хая» способы с использованием геологических нарушений и с применением взрывчатых веществ. Основные недостатки указанных способов: при использовании разрушающихся целиков угля (шахта «Сангарская») отработку запасов от границы столба ведут сначала с использованием индивидуальной крепи, а механизированный комплекс монтируют за разрушающимся целиком, что значительно усложняет технологию очистных работ. Способ с использованием геологического нарушения (шахта «Джебарики-Хая») имеет ограниченное применение, так как не везде такие нарушения присутствуют.

В ИГДС СО РАН разработаны эффективные способы первичной посадки кровли и контроля за смещением пород кровли, в частности, новая технология первичной посадки кровли [3], заключающаяся в следующем (рис. 2).

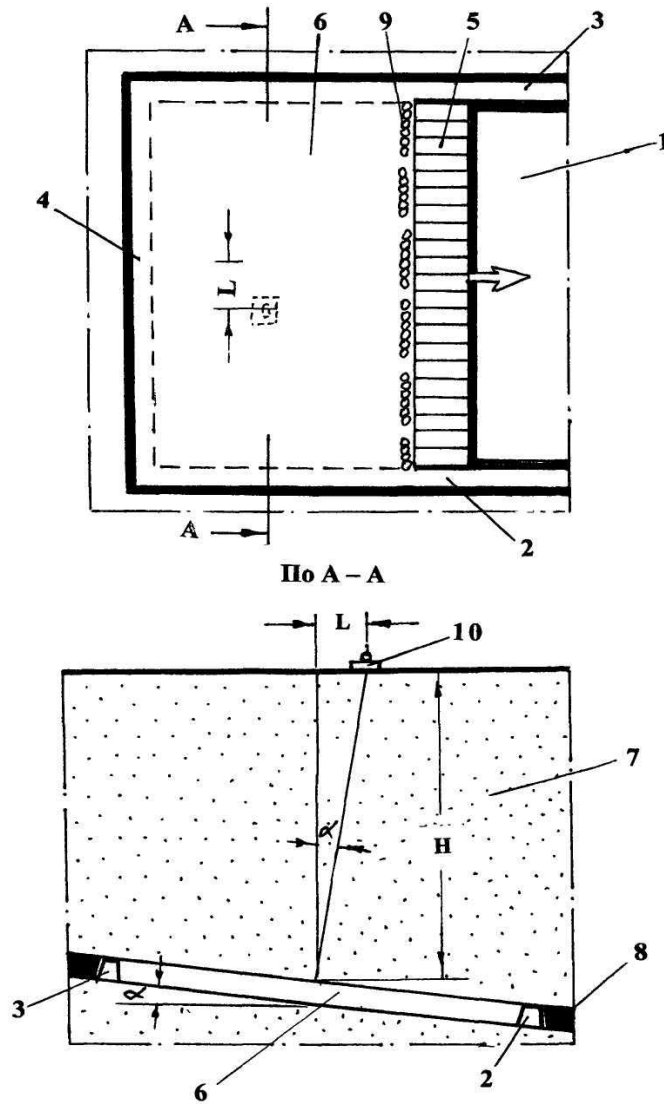


Рис. 2. Подготовка пород кровли к первичной посадке

1 – выемочный столб; 2 – конвейерный штрек; 3 – вентиляционный штрек; 4 – монтажная камера; 5 – механизированный комплекс; 6 – обнаженное пространство; 7 – многолетнемерзлые породы; 8 – полезное ископаемое; 9 – органная крепь; 10 – вибраторная установка

После оконтуривания выемочного столба конвейерным и вентиляционным штреками в монтажной камере устанавливают механизированный комплекс и начинают очистную выемку столба. При этом обнаженное пространство постоянно увеличивается. Поскольку многолетнемерзлые породы криолитозоны, смерзшиеся в монолитный массив, являются труднообрушаемыми, то обнаженное пространство может достичь значительной величины (2500–3000 и более м²). В таком случае обрушение пород кровли происходит внезапно, кровля смещается практически мгновенно. Происходит деформация установленной крепи, воздушные удары, завалы лав.

Чтобы не допустить подобных явлений при достижении обнаженного пространства примерно $2/3$ от ожидаемых критических значений, установленных практикой, выемку полезного ископаемого прекращают. Вдоль комплекса со стороны обнаженного пространства устанавливают органную крепь, а нагрузки на секции крепи комплекса снимают. К этому времени на поверхности над выработанным пространством размещают вибраторную установку со смещением ее от центра выработанного пространства в сторону падения пласта на величину L согласно выражению

$$L = H \cdot \operatorname{tg} \alpha ,$$

где H – расстояние от поверхности до центра выработанного пространства;

α – угол падения пласта.

После выполнения указанных работ вибраторную установку включают в работу. При этом упругие волны, возбуждаемые установкой, разрушают многолетнемерзлый массив, и происходит первичное обрушение пород кровли.

Для контроля за смещением пород кровли при работе вибраторной установки предложен способ [4,5], заключающийся в том, что в месте установки вибратора бурят скважину до непосредственной кровли пласта или используют одну из имеющихся геологических скважин (рис. 3), сохранившихся в многолетнемерзлых породах.

Один конец проволоки опускают в скважину и закрепляют его в непосредственной кровле. Другой конец проволоки на поверхности пропускают через блок и крепят к элементу натяжения проволоки, например, подвешивают груз определенного веса. К указанному концу проволоки крепят измерительное устройство, оборудованное автоматически включаемой аварийной сигнализацией, которая срабатывает при начавшемся смещении пород кровли. В процессе работы вибраторной установки начинается смещение кровли до начала первичного обрушения. Смещение до обрушения труднообрушаемых кровель составляет 100–150 мм. При начавшемся смещении кровли закрепленный к породам конец проволоки опускается, и это смещение передается измерительному устройству. Измерительное устройство фиксирует график на бумаге лентопротяжного механизма, а после определенного смещения срабатывает аварийная сигнализация. Работающие люди выводятся в безопасные места.

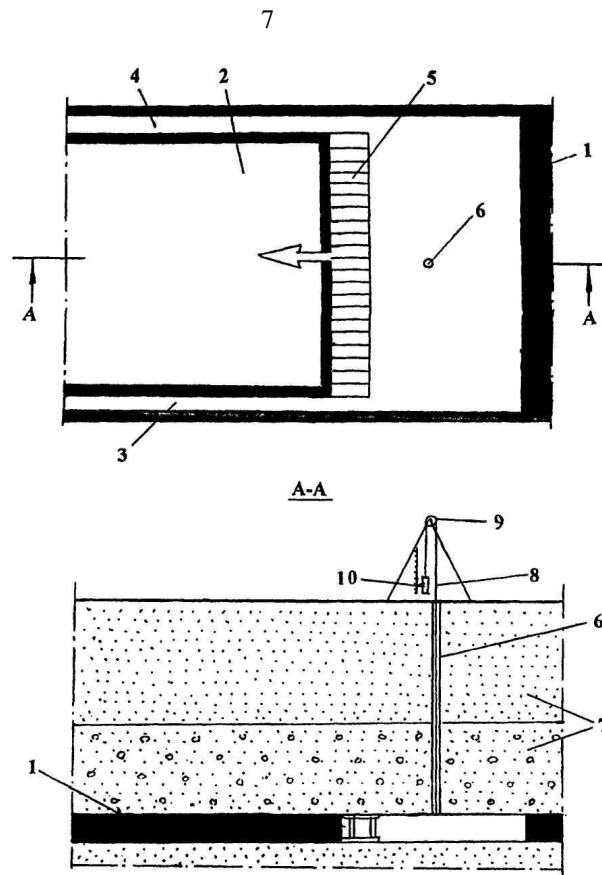


Рис. 3. Измерение смещений пород кровли в условиях криолитозоны
 1 – полезное ископаемое; 2 – выемочный столб; 3 – конвейерный штрек; 4 – вентиляционный штрек; 5 – механизированный комплекс; 6 – скважина; 7 – мерзлые породы; 8 – стальная проволока; 9 – блок; 10 – измерительное устройство

Преимуществами предлагаемых способов являются:

- надежность и безопасность ведения горных работ;
- приборы и оборудование могут быть выполнены в стандартном исполнении.

Список литературы

1. Васильев П.Н., Зубков В.П., Иудина Т.М. Геотехнологии подземной разработки угольных месторождений Якутии. – Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН, 2010. – 245с.
2. Васильев П.Н., Курилко А.С., Хохолов Ю.А., Шерстов В.А. Тепловой режим угольных шахт Якутии и способы его регулирования. – Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН, 2009. – 240с.
3. Васильев П.Н., Пересыпкин Г.Д. Способ подготовки к первичной посадке труднообрушаемой кровли в условиях криолитозоны / Патент России № 2331766. 2008. Бюл. № 23.
4. Васильев П.Н., Пересыпкин Г.Д. Способ измерения смещений пород кровли в условиях криолитозоны / Патент России № 2310750. 2007. Бюл. № 32.

5. Васильев П.Н., Зубков В.П. Технологические схемы комбинированного и подземного способов разработки угольных месторождений Республики Саха (Якутия). – Якутск: Изд-во Ин-та мерзлотоведения СО РАН, 2011. – 116 с.

Рецензенты:

Хохолов Ю.А., д.т.н., ведущий научный сотрудник лаборатории теплофизики ИГДС СО РАН, г. Якутск.

Заровняев Б.Н., д.т.н., профессор, декан горного факультета ФГАОУ ВПО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова», г. Якутск.