УДК 622.016 : 622.281.74

А.А.РОМАШКЕВИЧ
Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет)

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ПАСПОРТА КРЕПЛЕНИЯ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК КАНАТНЫМИ АНКЕРАМИ В УСЛОВИЯХ ШАХТЫ «ВОРКУТА»

Практика крепления кровли анкерами основана главным образом на эмпирическом подходе – методе проб и ошибок. Да и сама теория такого крепления является в большей степени описательной, чем математической. Из-за сложности горно-геологических и горно-технических условий подземных выработок разрушение укрепленной анкерами кровли выработок очень сложно математически описать. И, тем не менее, даже качественная идентификация факторов, вызывающих разрушение краевых частей угольного пласта и, как следствие обрушение кровли, может дать обоснование для разработки паспорта крепления и повышения безопасности.

The experience of supporting roof with bolts is mainly based on practical approach – hi and miss method. The theory of such support is descriptive than mathematical. Taking into account the complexity of mining – geological and mining technical conditions of underground mining it's quite difficult to mathematically describe the destruction of entries roofs supported by bolts. Nevertheless even the quality identification of the factors causing roofs fall can give grounds to make plan of bracing and safety increase.

При оценке геологии участка необходимо задаться геологической колонкой в кровле выработки на высоту $3b$ и в почву на глубину не менее $2b$, где b – ширина проектируемой выработки в проходке, м. Выделяются плоскости расслоения пород и типичные поверхности ослабления. Характеристики отдельных типов поверхностей ослабления даны в табл.1*.

Выделение плоскостей расслоения пород необходимо для оценки высоты ожидаемых обрушений блоков пород, которые должны поддерживаться тросовыми анкерами.

Применительно к условиям шахты «Воркута» класс поверхности ослабления пласта «Тройного» – IV. Это – типичные условия для отрабатываемых пластов на шахте «Воркута».

Для пород, залегающих непосредственно над угольным пластом (пластовые выработки) или в кровле выработки, проводимой по породам (полевые выработки), оценивают тип пород по обрушаемости (легкообрушающиеся, среднеобрушающиеся, труднообрушающиеся и весьма труднообрушающиеся). Для них из табл.2* выбирают сведения о наиболее характерных расстояниях между плоскостями расслоения, между трещинами и о вероятном шаге обрушения.

При наличии в слоях непосредственной кровли ослабленных контактов (зеркал скольжения или углистых прослоев), т.е. поверхностей I класса (см. табл.1) тип кровли по устойчивости определяют по величине коэффициента расслаиваемости

$$k_{\text{р}} = \frac{m_{\text{н.к}}}{m_{\text{с}}},$$

* Инструкция по геологическим работам на угольных месторождениях Российской Федерации / ВНИМИ. СПб, 1993. 147 с.

* Там же.

где $m_{н.к} = 5{,}5$ м – мощность литологически однородного слоя кровли; $m_c = 1{,}375$ м – средняя мощность слоев, разделенных ослабленными контактами.

Коэффициент расслаиваемости $k_р = 4$.

Типизацию непосредственной кровли по устойчивости следует проводить согласно табл.3. Непосредственная кровля для пласта «Тройного» относится к неустойчивой.

Таблица 1

Характеристики типов поверхностей ослабления

Класс	Внешний вид	Механические свойства		
		$R_р$, МПа	c, МПа	φ, град.
I	Зеркальная, ровная со следами скольжения	0,015	0,05	9-12
II	Слабошероховатая, ровная, гладкая	0,002-0,2	0,005-0,3	18-20
III	Шероховатая, зернистая, ровная и неровная	0,02-0,3	0,075-1,2	20-25
IV	Шероховатая, зернистая и неровная	0,3-1,5	1,2-5,0	25-30

Таблица 2

Расстояния между плоскостями расслоения, между трещинами и вероятные шаги обрушения для пород средней обрушаемости

Породы	Расстояние, м		Верхний предел прочности пород при сжатии в образце, МПа	Шаг обрушения, м
	Между плоскостями расслоения (ослабления)	Между трещинами		
Аргиллиты толстослоистые, прочные	0,3-0,7	0,2-0,5	100	2-6
Аргиллиты алевритистые, прочные	0,2-0,5	0,25-0,5	100	2-6
Аргиллиты алевритовые среднеслоистые, прочные	0,2-0,5	0,2-0,5	100	2-6
Алевролиты мелкозернистые, прочные	0,1-0,5	0,25-0,6	120	2-6
Алеврито-песчаники среднеслоистые, прочные	0,1-0,5	0,3-0,6	120	2-6
Песчаники алевритистые	0,1-0,3	0,2-0,8	120	2-6
Песчаники мелкозернистые	0,1-0,2	0,2-0,8	120	2-6

Таблица 3

Типизация непосредственной кровли по устойчивости

Литологический состав и характеристика пород	Предел прочности при одноосном сжатии, МПа	Время устойчивого состояния, ч	Допустимые размеры обнажения, м		$k_р$
			По простиранию	По падению	
Тонкослоистые трещиноватые мелкозернистые и алевритистые песчаники с большим количеством ослабленных контактов, алевролиты (включая углистые), аргиллиты неслоистые; поверхности отдельности четко выражены; углистых включений до 20 %; слеживающиеся породы в кровле; толщина слоев 0,2-0,3 м; керн в виде тонких дисков; поверхности напластования I-II классов	20-40	0,1-0,5	До 0,5	До 20	3-7

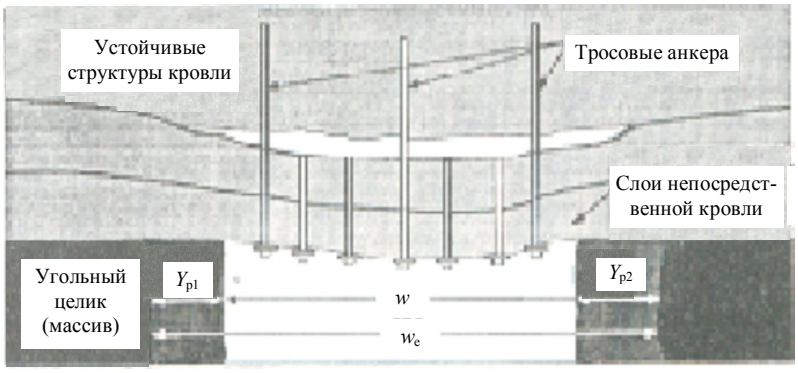


Рис.1. Формирование зон пластических деформаций в краевых частях целиков

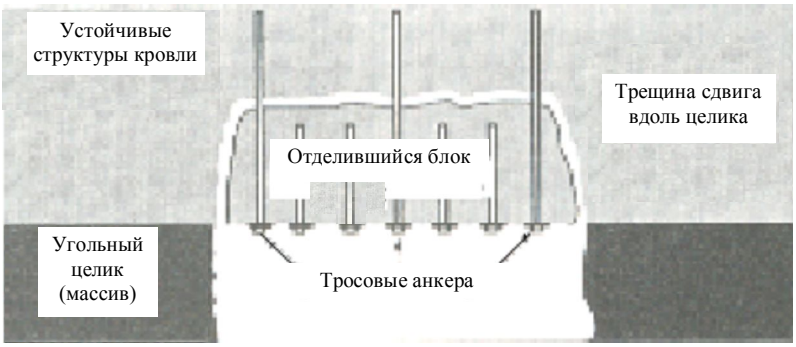


Рис.2. Расположение анкеров для закрепления образующихся блоков пород

Для построения поперечного сечения забоя выработки в соответствии с проекциями основных систем трещиноватости необходимо на основании фактических данных службы шахтной геологии вводить сведения:

- об азимуте простирания трещин каждой системы и угла их падения;
- об азимуте простирания плоскости обнажения выработки (забоя или одной из стенок);
- о расстоянии между трещинами каждой системы.

Для выбора линейных размеров упомянутых блоков необходимо знать эффективную ширину выработки w_e (рис.1)*.

Эти данные позволяют оценить размеры блоков пород, подлежащих анкерованию, а также расположение анкеров для закрепления образующихся блоков пород (рис.2).

На основании геологической колонки, сведений о составе пород кровли, мощности отдельных слоев и оценки вероятностных плоскостей ослабления выбирают схемы крепления пород анкерной крепью. Для пласта «Тройного» можно выделить схему, при которой в непосредственной кровле залегают слои неустойчивых пород мощностью до 2 м, в основной кровле – устойчивые породы. По границам выработки возможно развитие трещин давления, по которым произойдет отслоение неустойчивых пород непосредственной кровли. Коэффициент расслаиваемости пород неустойчивой кровли $k_p = 4 \div 6$.

Весь потенциально склонный к обрушению блок пород подлежит скреплению жесткими анкерами и подшивке к вышележащим слоям с помощью тросовых анкеров.

* *John P.* Field Evaluation of Cable Bolts for Coal Mine Roof Support / McDonnel, Stephen C. Tadolini and Paul E. DiGrado. Report of Investigation 9533. U.S. Department of the interior. Bureau of Mines. 1995.

Для выбранной схемы необходимое количество анкеров на 1 м протяженности выработки ведется из условия формирования свода обрушения по формуле В.В.Райского

$$n_{\text{a}} = \frac{P_{\text{a}}}{N_{Sa}} = \frac{\pi w_{\text{e}} h_{\text{a}} \gamma}{4 N_{Sa}},$$

где n_{a} – количество жестких анкеров на 1 м протяженности выработки при ее эффективной ширине w_{e}; P_{a} – вес блока, т; $w_{\text{e}} = 14{,}5$ м – эффективная ширина выработки; $h_{\text{a}} = 5{,}5$ м – высота свода обрушения; $\gamma = 2{,}4$ т/м^3 – объемный вес пород до поверхности разрушения; $N_{Sa} = 25{,}8$ т – несущая способность анкера.

Эффективная ширина выработки

$$w_{\text{e}} = b + Y_{p_1} + Y_{p_2},$$

где $b = 4{,}5$ м – проектная ширина выработки, $Y_{p_1} = Y_{p_2} = 5$ м – ширина квазипластических зон по обеим сторонам выработки.

Зная объем и вес пород, подлежащих поддержанию анкерной крепью, а также несущую способность тросового анкера, определим количество анкеров на 1 м протяженности выработки $n_{\text{a}} = 6$.

При принятой схеме три жестких анкера сшивают слои непосредственной кровли, а три тросовых анкера скрепляют и подшивают непосредственную кровлю к вышележащим слоям, что предотвращает отслоение непосредственной кровли и ее обрушение.