

В.Я. Кириченко, канд. техн. наук,
(директор ЗДНТЦ «Геомеханика»)
К.А. Тюмиков, технич. директор
(ГП «Свердловантрацит»)

К ВЫБОРУ КОНСТРУКЦИИ И НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ШТРЕКОВОЙ МЕТАЛЛОКРЕПИ

Обґрунтовано підхід щодо вибору конструкції кріплення та його несучої здатності

FOR SELECTION CONSTRUCTION AND LOAD-CARRYING ABILITY OF DRIFTIC METAL TIMBER.

The approach to selection construction and load-carrying ability is justified.

Многочисленными исследованиями установлены основные факторы, влияющие на выбор конструкции и определение несущей способности штрековой металлокрепки. Однако ряд необоснованно принятых предпосылок в конечном итоге крайне отрицательно влияют на поддержание выработок.

К примеру, при выборе крепи допускают, что породный массив сохраняет свою структуру в процессе ведения горных работ, выявленную при разведочных работах. Вторая неточность связана с тем, когда принимают, что формирующаяся вокруг выработки зона неупругих деформаций стабильна, хотя она дрейфует в сторону увеличения ее радиуса. Совсем не учитывается иерархия уровней образовавшихся блоков в процессе дезинтеграции породного массива, существенно влияющих на работу крепи. Принятое на стадии проектирования выработки решение не учитывает зональности изменения геомеханического состояния породного массива по ее длине под влиянием очистных работ. И, наконец, полностью игнорируется механизм работы системы «крепь-массив».

Безусловно, в значительной степени создавшееся положение объясняется практическим прекращением шахтных экспериментов по изучению свойств и состояния породного массива и работы крепи. Редкие результаты не дают ответов на многие вопросы геомеханики устойчивости горных выработок.

В условиях такого подхода к учету особенностей условий поддержания выработок, типовые арочные металлокрепки оказываются малоэффективными в обеспечении эксплуатационной надежности. Достаточно сказать, что ремонт выработок по отдельным шахтам составляет 28-32% их протяженности, а стоимость перекрепления одного погонного метра выработки достигает 7-9 тыс. грн.

В техническом плане типовые металлокрепки малоэффективны при поддержании выработок, пройденных в сложноструктурных расслаивающихся и дробящихся на блоки массивах пород. Здесь совокупно проявляется неучет условий ведения горных работ, конструктивные недочеты и качество изготовления крепей методом вальцевания.

Типовые арочные металлокрепки не обеспечивают количественное сочленение элементов крепи, не препятствуют разрушению пород над выработкой и

уменьшению зоны неупругих деформаций, не воспринимают асимметричных нагрузок, что приводит к разрыву соединительных элементов и разрушению спецпрофиля.

Имеют место внезапная потеря устойчивости выработки и их завалы.

Очевидно, что нужна новая концепция создания и применения геоэффективных штрековых металлокрепей из спецпрофиля СВП.

Совместными исследованиями Западно-Донбасского научно-производственного центра «Геомеханика» и Института геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины сформулировано ряд предпосылок такой концепции, которые сводятся к следующему:

1) обязательным при выборе крепей и их несущей способности должен быть учет особенностей геомеханических процессов в части самоорганизации породного массива вокруг выработок для обоснования геометрических параметров и деформационно-силовых характеристик крепей; 2) усиление режима взаимодействия крепи и массива должно достигаться за счет повышения эффекта арочности (сводчатости) над выработкой, повышение режима активности крепей посредством сопряженности их поверхностей с массивом, создания эффекта самозапираания крепей за счет рационального соотношения радиусов их элементов, формирование совместной породно-металлической консолидированной охранной конструкции выработки; 3) повышение технико-экономического уровня крепления и поддержания горных выработок должно достигаться за счет качества изготовления крепи и эффективного управления горным давлением в различных горно-геологических условиях.

Как видно из изложенных предпосылок речь идет о рациональности в выборе и применении штрековой металлокрепей. Доминантными характеристиками в данном случае являются: податливость крепи, несущая способность в податливом режиме и предельная несущая способность. Вполне понятно, что величину податливости следует выбирать, исходя из ожидаемых смещений пород в выработку.

Проведенные нами шахтные исследования позволили получить аналитическую зависимость для расчета ожидаемых смещений в выемочных штреках, намечаемых для повторного использования.

Величина конвергенции кровли-почвы:

$$U_{к.п} = 0,001 \frac{b}{h} (80 - L) \left(K_4 + D \frac{\gamma H}{\sigma_{сж}} \right), \quad (1)$$

где: b – ширина выработки, м; h – высота выработки, м; L – расстояние до лавы, м; K_4 – безразмерный коэффициент, равный $-1,88$; D – безразмерный параметр, равный $25,15$.

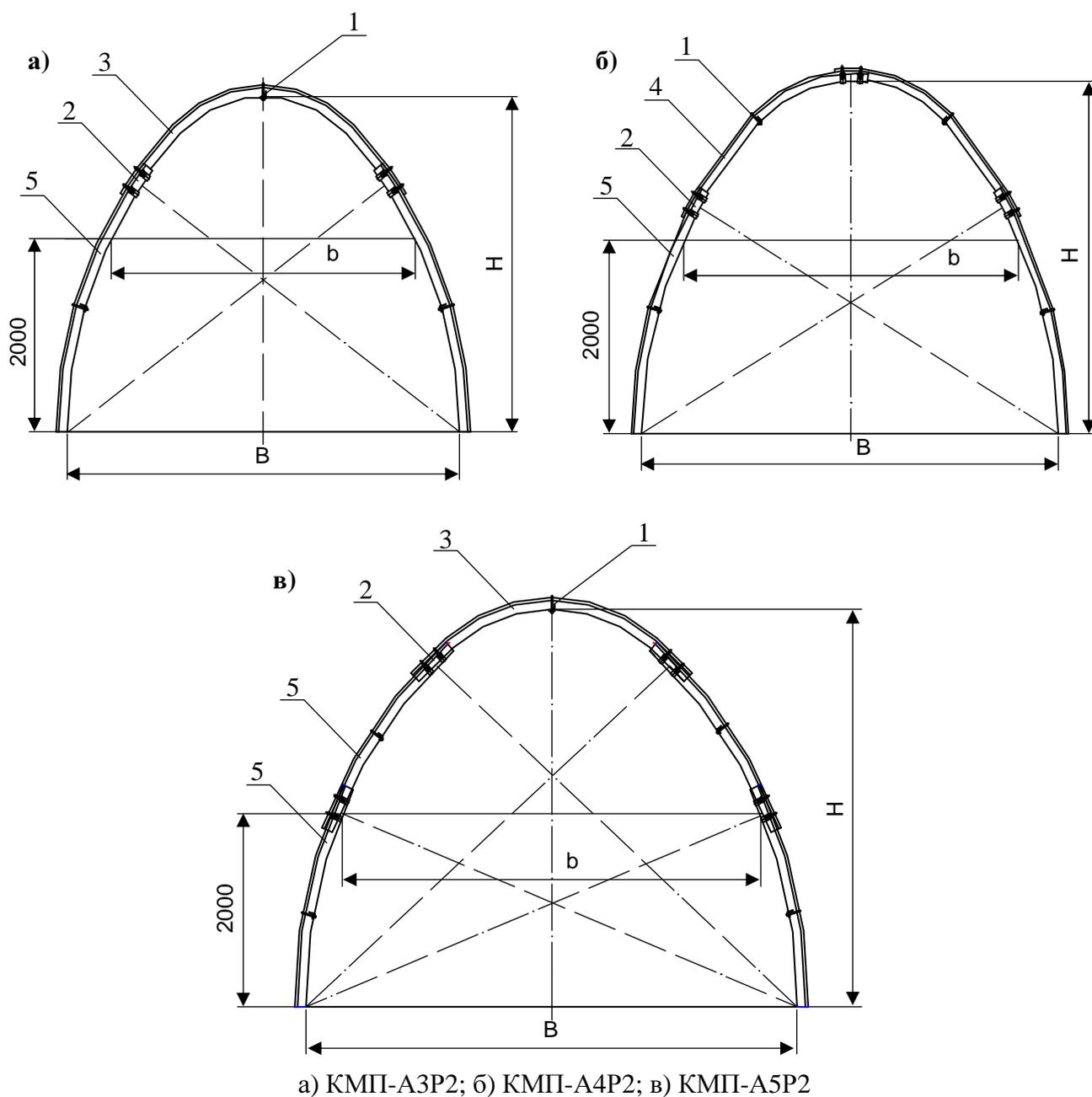
Величина собственного опускания кровли:

$$U_{кр.соб.} = 0,001 \frac{b}{h} (80 - L) \left(K_5 + E \frac{\gamma H}{\sigma_{сж}} \right), \quad (2)$$

где: K_5 – безразмерный коэффициент, равный $-0,93$; E – безразмерный параметр, равный $20,0$.

Расчеты показывают, что ожидаемые смещения контура выработок превышают 1000 мм. Следует подчеркнуть, что в выработках, пройденных в сложноструктурных породных массивах со слабым сцеплением слоев, смещения будут большими на $25-35\%$.

В связи с этим, нагрузки на крепь будут существенно превосходить паспортные для крепей КМП-А3. Нами разработаны и рекомендуются для применения три типа новых крепей – КМП-А3Р2 (варианты КМП-А4Р2, КМП-А5Р2). Форма указанных крепей показана на рис. 1, а параметры приведены в табл.1.



1) стяжка; 2) замок; 3) верхняк; 4) элемент составного верхняка; 5) стойка

Рис. 1 – Формы арочных податливых двухрадиусных крепей

Как видно из таблицы крепь характеризуется весьма высокой несущей способностью. Путем установки в главных узлах податливости дополнительных замковых соединений (типа АПЗ.070) с одновременным увеличением нахлестки элементов крепи до 600 мм, была повышена примерно в 2 раза величина рабочего сопротивления. Повышенная конструктивная податливость обеспечивается за счет того, что сопрягаются сегменты с одинаковой длиной и уменьшенной кривизной. Форма крепи исключает седлообразное деформирование верхняка.

Таблица 1 – Параметры арочных податливых двухрадиусных крепей

Тип крепи	Сечение рамы в свету, м ²	В, мм	Н, мм	В, мм	Рабочее сопротивление крепи кН/раму	Предельная несущая способность, кН/раму	Тип СВП	Масса спец-профиля рамы, кг
КМП-А3Р2	6,6	3395	2538	1962	783	990	СВП27	216
	7,7	3665	2790	2310	652	979	СВА27	230
	10,2	4080	3306	3056	588	882	СВП27	260
	11,4	4355	3474	3382	380	570	СВП22	220
		4340	3470	3363	553	830	СВП27	270
	12,4	4540	3615	3620	520	780	СВП27	285
	13,3	4700	3666	3806	797	445	СВП27	285
		4685	3656	3788	653	980	СВП33	352
	14,1	4835	3793	3969	480	720	СВП27	296
		4825	3788	3953	627	940	СВП33	366
	15,5	5065	4007	4242	447	670	СВП27	312
		5055	4002	4230	593	890	СВП33	386
16,1	5160	4095	4353	420	630	СВП27	323	
	5145	4036	4294	573	860	СВП33	386	
18,0	5470	4380	4713	420	630	СВП27	339	
	5470	4366	4713	573	860	СВП33	419	
КМП-П4Р2	15,9	5130	4005	4287	457	640	СВП27	326
		5160	3988	4279	610	870	СВП33	402
	18,0	5470	4364	4713	450	630	СВП27	353
		5470	4350	4713	610	860	СВП27	436
17,1	5437	4115	4230	395	592	СВП27	0,108	
	5437	4115	4230	573	818	СВП33	0,097	
КМП-А5Р2	18,9	5822	4289	4597	418	586	СВП27	0,106
		5822	4289	4597	533	799	СВП33	0,097
	22,3	6318	4658	5160	387	542	СВП27	0,114
		6319	4658	5160	493	739	СВП33	0,103

Разработанная и выпускаемая Центром «Геомеханика» крепь КМП-А3Р2 применяется для крепления 79 вентиляционного штрека пласта К₅ шахты «Красный партизан» ГП «Свердловскантрацит» на горизонте 1200 м. Штрек проходится по породам средней крепости ($f = 4-5$), поддерживается крепью сечением 14,1 м². Протяженность штрека 1350 м. Ведется мониторинг за работой крепи.