

УДК 622.25:622.281.74

М. Д. Войтов, П. М. Будников, А. И. Шаповалова

ПРИМЕНЕНИЕ АНКЕРНОЙ КРЕПИ ПРИ СООРУЖЕНИИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛОВ

В отличие от других видов крепи, анкерная крепь армирует массив в некоторой зоне, непосредственно примыкающей к выработке, создавая дополнительную систему недостающих массиву связей [1]. По принципу закрепления в скважине все конструкции анкеров подразделяются на две основные группы: *замковые*, закрепляемые в донной части скважины с помощью различных механических замков, и *беззамковые*, имеющие контакт с породой по всей длине или части скважины (закрепляемые цементным раствором, смолами и другими вяжущими материалами) [2].

Интенсивность развития анкерного крепления на шахтах Кузбасса в 1970–1980 гг. и первой половине 90-х гг. определялась долей развития фронта подготовительных работ на пластах с устойчивыми кровлями вследствие того, что кроме замковых типов анкеров, другие практически не развивались [3]. Область применения замковых типов анкеров была ограничена устойчивыми классами пород, т.к. применение замковых типов анкеров в поро-

дах слабоустойчивых, неустойчивых с прочностью на сжатие ниже 40 МПа не обеспечивает безопасность работ.

Из-за увеличения объемов подготовки на пластах с неустойчивой кровлей объем применения анкерной крепи замкового типа стал падать и к концу 1994 г. составил 11,9 % от общего объема проведения выработок. В это время актуальным стал вопрос применения беззамковых сталеполимерных анкеров на пластах с неустойчивой и слабоустойчивой кровлей. Проведенные в 1994–1995 гг. исследования подтвердили эффективность применения сталеполимерных анкеров на пластах с неустойчивыми и устойчивыми кровлями.

В результате преобладания тонкослоистых трещиноватых кровель угольных пластов на шахтах Кузбасса, относящихся к слабоустойчивым и неустойчивым, наиболее перспективным является применения беззамковых типов анкеров, в частности сталеполимерных. Об этом свидетельствует предшествующий мировой и отечественный опыт.

Таблица 1. Сравнительный анализ сталеполимерных анкеров

Тип анкера	Длина стержня, мм	Диаметр стержня, мм	Масса, кг	Расчетная несущая способность, кН	Достиныства	Недостатки
АКМ20.01	1800–3000	20	5,8–8,7	110	Несущая способность сразу после установки анкера (без ожидания отверждения закрепляющей минеральной композиции) – более 70 кН, возможность закрепления в скважинах с водопритоком до 20 л/мин.	Необходимость дополнительного натяжения стержня после отверждения минеральных композиций, что не очень удобно в вертикальной горной выработке.
A20B	1600–2500	20	4,6–6,85	164	Простота конструкции, высокая несущая способность	Высокая стоимость (выше чем у анкера КА-20).
КА-20	1600–2500	20	4,6–6,85	143	Более высокое качество перемешивания химической ампулы, стоимость КА-20 ниже стоимости анкерной крепи A20B.	Возможно не качественное соединение стыка винтового и периодического профиля стержня.
КАС	до 5000	20	4,6–6,85	180	Применение арматурной стали класса А500 обеспечивает сцепление с полимером по всей длине анкера, повышенная несущая способность.	Наличие соединительного кольца и срезаемой стопорной шпонки.

Таблица 2. Результаты расчетов параметров анкерной крепи

Наименование пород	$\sigma_{сж}$, МПа	Φ , град	P_g , кН	P_w , кН	P_c , кН	P_{cd} , кН	a_{kp}^r , м	a_{kp}^b , м
Песчаники	48,4	41	35,58	93,0	301,44	167,2	3,36	4,39
	45,7	36	38,85	93,0	301,44	167,2	3,01	3,93
	37,2	43	51,80	93,0	301,44	167,2	3,52	4,60
Алевролиты	35,3	40	55,42	93,0	301,44	167,2	3,29	4,29
	30,6	38	66,00	93,0	301,44	167,2	3,14	4,10
	35,0	39	56,03	93,0	301,44	167,2	3,21	4,19

Вследствие высокой адгезионной прочности к породам, металлу, дереву, минимальной токсичности, высокой скорости желатинизации и набора прочности наиболее рационально применение полизифирных смол.

Учитывая вышеизложенное, авторами предлагается один из возможных вариантов применения сталеполимерного анкера – это при сооружении вертикального ствола для горно-геологических условий ОАО «Шахта Бутовская».

Согласно руководству по проектированию подземных горных выработок и расчету крепи [4] в ствалах с гибкой армированной, а также в вентиляционных ствалах при отсутствии влияния очистных работ и водопонижения, где притоки воды не более $8 \text{ м}^3/\text{ч}$, в породах I и II категории устойчивости допускается применение анкерной крепи в сочетании с другими видами крепи.

Сегодня существует множество типов сталеполимерных анкеров как зарубежного, так и отечественного производства, но остановимся на отечественных, которые получили наибольшие распространения на шахтах Кузбасса и произведем сравнительный анализ (табл. 1). Все рассмотренные ниже конструкции анкеров представляют собой металлический стержень из арматурной стали винтового (периодического) профиля. Область применения – горные выработки различного назначения. Способ закрепления – ампульный.

После сравнительного анализа к дальнейшему рассмотрению и расчету принимается сталеполимерный анкер А20В, т.к. он по всем своим параметрам превосходит другие рассмотренные анкеры, несмотря на его повышенную стоимость.

Параметрами устанавливаемой в выработке анкерной крепи являются ее несущая способность, длина стержней анкеров, расстояние между ними (плотность установки). Несущая способность сталеполимерных анкеров определяется сопротивлением разрыву арматурного стержня, прочностью его закрепления в полимерном материале, сопротивлением сдвигу относительно стенок скважины. Расчет производится по методике О. В. Тимофеева [4]. Критические расстояния между анкерами определяются по формулам, пред-

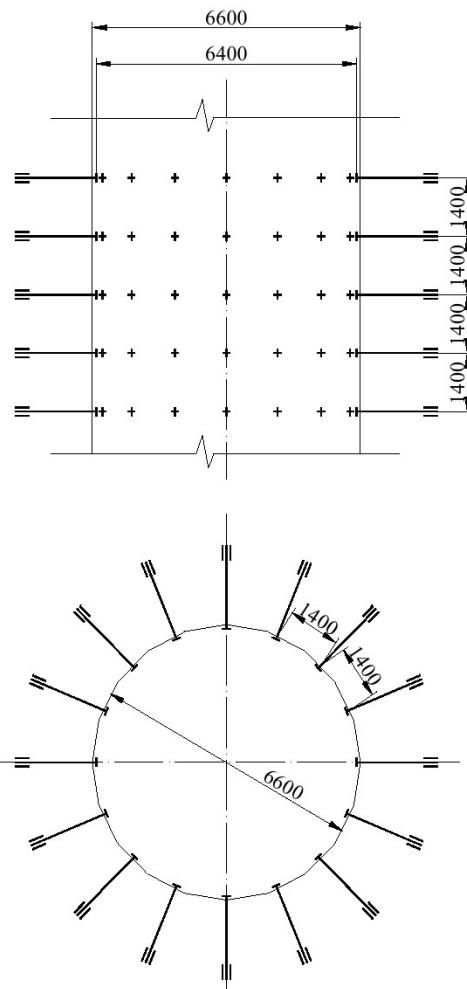


Рис. 1. Схема расположения анкеров в вертикальном стволе

ложенным Н. С. Булычевым [1].

Результаты расчетов представлены в табл.2. Породы, вмещающие вертикальную выработку, относятся к I категории устойчивости.

Согласно рекомендации [4], расстояние между анкерами по горизонтали и вертикали следует принимать равным $0,7 l_a$, где l_a – длина анкера. Окончательно расстояние между анкерами корректируется из условия подвигания забоя за один проходческий цикл.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Булычев, Н. С. Механика подземных сооружений. – М.: Недра. – 1994. – 382 с.
2. Першин, В. В. Конструкции крепей подземных сооружений : лабораторный практикум / В. В. Першин, П. М. Будников ; ГУ КузГТУ. – Кемерово, 2005. – 105 с.
3. Анкерное крепление на шахтах Кузбасса и дальнейшее его развитие : учеб. пособие / А. В. Ремезов, В. Г. Харитонов, В. П. Мазикин и [др.]. – Кемерово : Кузбассвузиздат, 2005. – 471 с.
4. Руководство по проектированию подземных горных выработок и расчету крепи / ВНИМИ, ВНИОМШС. – М. : Стройиздат, 1983. – 272 с.

□ Авторы статьи :

Войтов

Михаил Данилович

– канд. техн. наук, доц. каф. строительства подземных сооружений и шахт

Будников

Павел Михайлович

– ст.преп. каф. строительства подземных сооружений и шахт

Шаповалова

Анна Игоревна

– студент V курса (каф. строительства подземных сооружений и шахт)