

А.В. Чернышов

ОХРАНА ВЫЕМОЧНЫХ ВЫРАБОТОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АНКЕРНЫХ КРЕПЕЙ

Рассмотрено применение в угольной промышленности страны крепление анкерами горных выработок, предложен способ расчета параметров анкеров для широких подготовительных выработок, основанный на теории изгиба балок, лежащих на упругом основании, проведен анализ анкерных крепей по назначению, принципу действия, характеру работы, рассмотрен способ крепления в два яруса – короткими и длинными (анкерами глубокого заложения).
Ключевые слова: анкерная крепь, выемочные выработки, штреки, сопряжение лав, обрушение пород.

Тип крепи, технология и степень механизации ее возведения предопределяют не только скорости проведения выработок, но и время подготовки и восстановления линии фронта очистных забоев. В значительной мере эти факторы влияют на качество горнопроходческих работ, что в дальнейшем оказывает огромное влияние на качество и условия горных работ на сопряжениях очистных забоев с выемочными выработками.

Широкое применение в угольной промышленности страны нашло крепление анкерами выемочных выработок, что позволяет в значительной степени упростить поддержание сопряжений лав со штреками, а в ряде случаев полностью отказаться от применения дополнительной стоечной крепи [1]. При отработке пологопадающих тонких пластов анкерную крепь используют на сопряжении лав с выемочными выработками для удержания, а также усиления арочной крепи или стоек рамной крепи со стороны лавы. При бесцеликовой технологии выемки угля крепление штреков анкерами значительно упрощает поддержание сопряжений лав с прилегающими выработками.

Анкерные крепи предназначены для предотвращения обрушения ослабленных пород путем их скрепления и подвески к устойчивой части породного массива. Анкерная крепь, установленная с предварительным натяжением, повышает сопротивление сдвигу слоев пород относительно друг друга и создает

грузонесущую конструкцию в виде породной арки или балки, защемленной между двумя опорами. Тем не менее, несмотря на совершенно очевидное преимущество скрепленной балки по сравнению с нескрепленной, пока еще не удалось выявить количественное влияние эффекта сшивки отдельных слоев на устойчивость закрепленных анкерной крепью пород.

Современная теория анкерной крепи придает весьма важное значение эффекту трения между слоями пород и в основе своей базируется на следующих положениях:

- слабые породы, залегающие над выработкой, «пришиваются» анкерами к вышележащему слою прочных пород;
- слабоустойчивые слоистые породы скрепляются между собой и «пришиваются» анкерами к вышележащим прочным породам;
- несколько слоев слаботрешиноватых пород скрепляются между собой анкерами и образуют грузонесущую конструкцию в виде балки или арки;
- трещиноватые слоистые породы, разрушающиеся при ведении горных работ, скрепляются и «подвешиваются» анкерами к своду естественного равновесия;
- неустойчивые слоистые породы скрепляются и «подвешиваются» анкерами к пятам свода естественного равновесия [1].

Опыт применения сталеполимерной анкерной крепи, обладающей значительной несущей способностью (более 20 т), показал высокую эффективность использования таких анкеров, при креплении слоистой кровли горных выработок, пролет которых обычно составляет 4–6 м. В последнее время создание высокопроизводительных комплексов потребовало проходку подготовительных выработок шириной 8–12 м, а иногда и более. Крепление анкерами широких выработок, действующими нормативными документами, не регламентируются [2], а производственники вынуждены самостоятельно определять параметры анкерной крепи, часто методом проб и ошибок. В данной работе предлагается способ расчета параметров анкеров для широких подготовительных выработок, основанный на теории изгиба балок, лежащих на упругом основании.

Основная идея метода — параметры устанавливаемой анкерной крепи должны быть такими, чтобы максимально использовать несущую способность закрепленных пород и тем самым обеспечить минимальный расход металла для крепления (металлоемкость крепи). Для этого предлагается использовать способ крепления в два яруса — короткими и длинными (анке-

рами глубокого заложения). Задача первых – «сшивание» нижних слоев кровли и создание такой грузонесущей конструкции (армированной многослойной плиты), которая способна не разупрочниться и выдержать действующую на нее нагрузку, но с учетом реакции длинных анкеров, заложенных за границу свода возможного обрушения и поддерживающих эту конструкцию (это задача длинных анкеров). Таким образом, требуется найти оптимальные параметры анкерной крепи (и первой и второй), одновременно обеспечивая и безопасность работы людей в выработке, и рациональную металлоемкость крепи.

Мировая горная практика различает индивидуальные и комплектные анкерные крепи. Индивидуальная анкерная крепь состоит из установленных в выработке анкеров, не имеющих друг с другом механических связей. Комплектная анкерная крепь содержит в себе поддерживающий кровлю элемент из каната, полосы, уголка, швеллера так далее, который и связывает два или несколько анкеров в единое целое.

По назначению различают временные и постоянные анкерные крепи. Первая, как правило, устанавливается в забое проведенной выработки, в дальнейшем не извлекается и зачастую служит не принимаемой в расчет составным грузонесущим элементом постоянной крепи, возводимой с отставанием от забоя. Постоянная анкерная крепь, возводимая в забое или с отставанием от него, применяется самостоятельно и в комбинации с торкретированными или рамными крепями.

По принципу действия анкера подразделяются на активные и пассивные. Об активных анкерах говорилось выше. Установка же пассивных анкеров производится без предварительного натяжения стержня, в результате чего требуется их более плотная установка по сравнению с активными анкерами. К типичным представителям пассивных анкеров следует отнести винтовые, железобетонные, взрывные, арсмополимерные и другие, закрепляемые по всей длине скважины.

По характеру работы различают анкера жесткие, податливые и ограниченно-податливые. Податливые способны удлиняться на 500–700 мм за счет телескопического устройства или растяжения стержня выполненного из аустенитовой стали. Ограниченно-податливые же анкера удлиняются всего лишь 60–140 мм.

Особо следует выделить закладную крепь, состоящую из прутков, введенных в горизонтальные скважины, концы которых отогнуты под прямым углом или выполнены в виде колец, используемых в качестве опор для верхняков или венцов крепи.

Изготавливаются анкеры из дерева, бамбука, металла, полимеров, бетона и железобетона.

Конструктивно выполняются из канатов, труб, стержней, комбинированно и стеново (многопрутково).

Основным недостатком анкеров является сложность изготовления некоторых конструкций, невозможность их повторного использования.

Экономическая целесообразность применения анкерной крепи для поддержания выемочных выработок складывается из снижения затрат на ремонт сохраняемых выработок, сокращения сроков подготовки фронта очистных работ. Металлическая рамная крепь и металлические подхваты практически не деформируются и используются многократно.

Стоимость поддержания выемочных выработок для повторного использования при использовании анкерной крепи в различных схемах составляет примерно 49–54% от стоимости вновь проводимых штреков. При этом ежегодная экономия крепежного леса в среднем по шахте составляет около 8000 м³. Применение анкерной крепи, масса которой в 6–15 раз меньше, чем у крепей поддерживающего типа появляется возможность резко сократить трудозатраты на ее доставку и бесперебойно обеспечить забой крепежными материалами.

Только за счет сокращения технологических простоев средняя скорость проведения выработок, закрепленных с анкерной крепью, по сравнению с деревянной крепью, повысилась в 1,5–2,5 раза.

Анкерная крепь позволяет сократить продолжительность операций по креплению сопряжений лав с выемочными выработками.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Широков А. П., Лидер В. А., Дзауров М. А. и др. Анкерная крепь: Справочник. – М.: Недра, 1990. – 205 с.
2. Инструкция по расчету и применению анкерной крепи на угольных шахтах России. – Л.: ВНИМИ, 2000. – 70 с.
3. Борисов А. А. Механика горных пород и массивов. – М.: Недра, 1980.
4. Ардашев К. А., Бажин Н. П. Геомеханические основы выбора и свершенствование бесцеликовых способов охраны и поддержания выработок. // Уголь. – 1976. – № 9. – С. 23–31.
5. Борисов А. А., Матанцев В. И., Овчаренко Б. П., Воскобоев Ф. Н. Управление горным давлением. – М.: Недра, 1983. – 168 с.
6. Чернышов А. В. Разработка способа охраны выемочных выработок с целью их повторного использования жесткими охранными сооруже-

ниями многоразового использования. Диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук. — М.: ИГД им. А.А. Скочинского, 1994.

7. Хлусов А. Е. Расчет параметров анкеров при креплении широких выработок // Горный журнал. — 2009. — № 4. — С. 70–76. **ПИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Чернышов Андрей Васильевич — кандидат технических наук, доцент, докторант, МГИ НИТУ «МИСиС», e-mail: ud@msmu.ru.

Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. 2016. No. 10, pp. 363–367.

UDC
622.284.7

A.V. Chernyshov **SAFETY OF STOPES** **WITH ROCK BOLTING**

Application in the coal industry of the country fastening by anchors of mountain developments is considered, the proposed method of calculation of parameters of anchors for a wide excavation, based on the theory of bending beam lying on an elastic Foundation, analysis of anchor supports of the purpose, principle of action, the nature of the work, the method of fastening two layers – short and long (anchors deep foundations).

Key words: an anchor, excavation workings, drifts, mate, love, the collapse of the rocks.

AUTHOR

Chernyshov A. V., Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor, Doctoral Candidate, Mining Institute, National University of Science and Technology «MISiS», 119049, Moscow, Russia, e-mail: ud@msmu.ru.

REFERENCES

1. Shirokov A. P., Lider V. A., Dzaurov M. A. *Ankernaya krep'*: Spravochnik (Rock bolting: Handbook), Moscow, Nedra, 1990, 205 p.
2. *Instruktsiya po raschetu i primeneniyu ankernoy krep'i na ugol'nykh shakhtakh Rossii* (Manual on design and use of rock bolting in coal mines in Russia), Leningrad, VNIMI, 2000, 70 p.
3. Borisov A. A. *Mekhanika gornyykh porod i massivov* (Mechanics of rocks and rock masses), Moscow, Nedra, 1980.
4. Ardashev K. A., Bazhin N. P. *Ugol'*. 1976, no 9, pp. 23–31.
5. Borisov A. A., Matantsev V. I., Ovcharenko B. P., Voskoboev F. N. *Upravlenie gornym davleniem* (Ground control), Moscow, Nedra, 1983, 168 p.
6. Chernyshov A. V. *Razrabotka sposoba okhrany vyemochnykh vyработок s tsel'yu ikh povtornogo ispol'zovaniya zhestkimi okhrannymi sooruzheniyami mnogorazovogo ispol'zovaniya* (Development of protection method involving multiuse rigid structures for stopes to be reused), Candidate's thesis, Moscow, IGD im. A. A. Skochinskogo, 1994.
7. Khlusov A. E. *Gornyy zhurnal*. 2009, no 4, pp. 70–76.

