

Описана конструкция современных анкеров, применяемых в США для поддержания кровли в штреках. Приведены методы установки анкеров. Изложены некоторые теории процесса взаимодействия анкеров с поддерживаемой кровлей

Modern anker designs being used in USA for roof support in underground headings are described and methods of its montage in underground conditions are discussed. Anker support systems theories are considered

Особенности современной технологии анкерования кровли, применяемой в США

С.Е. РЕШЕТОВ
Канд. техн. наук
(ОАО «Кузбассуголь»)

А.В. РЕМЕЗОВ
Д-р техн. наук
(ОАО «Кузбассуголь»)

Б.К. МЫШЛЯЕВ
Д-р техн. наук
(АО «Гипроуглемаш»)

Применение анкерования кровли в США началось в 70-е годы, а в настоящее время использование анкеров достигает около 100 млн шт./год. При этом используют шесть типов анкеров в угольных шахтах, охватывающих две основные группы: обычные болты с механической затяжкой и фиксирующиеся с помощью быстротвердеющего состава, нагнетаемого в скважину при установке анкера. Для увеличения несущей способности применяют четыре модификации: комбинированные болты, болты из арматурной стали, болты с механической фиксацией, усиленной быстротвердеющим материалом, и канатные (тросовые) анкеры. Эти системы получили развитие в результате внедрения в разнообразных горных условиях. Анкеры подразделяются на две группы: с предварительной затяжкой и без затяжки. К первой группе относятся анкеры с механической фиксацией и частично закрепляемые быстротвердеющим материалом; во вторую группу входят ненапрягаемые анкеры, фиксируемые быстротвердеющей смесью.

Имеются механические анкеры со стандартными и распорными головками. Стандартный анкер имеет головку с острыми выступами, которые при установке внедряются в стенки скважины и лучше работают в твердых породах; анкеры с распорками имеют большую опорную поверхность контактирования (с меньшим давлением контактирования) и хорошо работают при мягких породах.

Целиком или частично заполненный твердеющим материалом анкер имеет картридж с этим материалом, часть стержня с арматурной насечкой или резьбой и опорную подкладку (см. рис.).

Картридж содержит два компонента, разделенные тонкой пластиковой пленкой. Одну часть объема картриджа занимает материал-наполнитель, а другую - отвердитель.

При анкеровании вначале в скважину вводится картридж, проталкиваемый болтом, который затем вращается, прорывая пленку и смешивая быстротвердеющий материал, который частично проникает через стенки скважины и при затвердевании крепко охватывает стержень и вмещающую породу.

В зависимости от производственного процесса применяемая смола может быть более крепкой и жесткой, чем порода кровли, что благоприятно сказывается на упрочнении стенок скважины и удерживающей способности анкеров с синтетическим наполнителем, которая проявляется, когда порода начнет опускаться, т.е. такие анкеры не создают предварительного натяжения стержня болта.

Комбинированные анкерующие болты дают возможность создавать предварительную затяжку. Такие болты более пригодны для слабой кровли, когда их верхняя зона фиксируется в более прочном выше расположенном слое. Однако наблюдались случаи, когда при боковых относительных смещениях слоев непосредственной кровли происходил разрыв стержня комбинированного анкера в зоне соединения с муфтой.

При заполнении скважины схватывающим материалом на всю длину анкера в верхней части скважины используют быстротвердеющую смолу (от 2 до 10 сек), а в нижней части - менее быстротвердеющую (около 50 сек); при этом верхняя часть действует как анкер для нижней части. После затвердевания верхней части производится затяжка гайки до тех пор, пока крутящий момент вырастет до величины, когда произойдет срезание штифта и начнется затяжка анкера. Однако величина предварительной затяжки анкера зависит в значительной степени от применяемого оборудования и опыта оператора. Изготовители анкеров стремятся совместить преимущества скорости установки механического анкера и большой несущей спо-

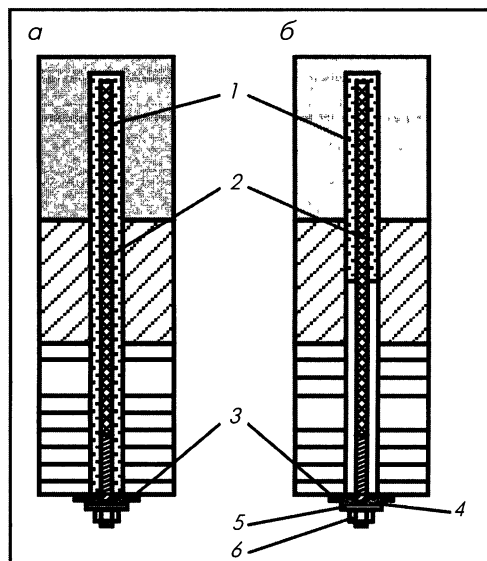


Рис. Анкер с быстротвердеющим наполнителем:

а - полное заполнение быстротвердеющим материалом, б - частичное, 1 - быстротвердеющий материал, 2 - стержень с арматурной насечкой или резьбой, 3 - опорная подкладка, 4 - закаленная шайба, 5 - антифрикционная шайба, 6 - натягивающая гайка

способности анкеров с самотвердеющими смолами. Для увеличения величины предварительного натяжения совершенствуются конструкции опорных шайб с минимальными потерями на трение для максимального использования вращающегося момента, создаваемого устройствами для установки анкеров.

В тросовых анкерах применяют канаты с одной центральной и шестью наружными стренгами. Тросовые анкера хорошо приспособлены для работы, когда требуется большая длина анкерования. Такие анкера диаметром от 12,7 мм до 23 мм выдерживают нагрузки от 20 до 60 т соответственно и хорошо противостоят горизонтальным смещениям слоев кровли. Большей частью тросовые анкера применяются с фиксацией в скважинах с помощью быстротвердеющих материалов.

К механическим анкерам, применяющимся при одновременном использовании самотвердеющей массы, в настоящее время относят болты, совмещающие использование механически фиксирующей в скважине головки в сочетании с ее наполнением на 0,3 - 0,9 м (или более) самотвердеющим материалом (обычно синтетической смолы). Изготовители анкеров поставляют большое многообразие исполнений подобных анкеров: с гладкими или ребристыми стержнями, с компенсирующей трубкой длиной от 1,5 см до 0,6 м располагающейся под расширяющейся головкой анкера.

При рассмотрении вопросов устойчивости кровли следует иметь в виду, что породы кровли, как и сам уголь, имеют слоистое строение. Располагая их по степени прочности, наиболее твердой породой является песчаник, далее следуют известняк, песчаный сланец и глинистый сланец. Обычно песчаник более устойчив, чем сланец. Контактующие поверхности разных пород представляют собой поверхности напластования, а поверхности внутри строения самой породы рассматриваются как слоистость. Обычно расслоение вначале происходит по поверхностям напластования разных пород, после чего происходит расслоение самих пород. Наблюдения показывают, что для оценки устойчивости кровель при использовании анкерной крепи слоистость строения кровли (включая толщину слоев) не менее важна, чем структура пород кровли.

Тонкий слой песчаника может оказаться слабее, чем толстый слой глинистого сланца. Поэтому тонкие слои и мелкая слоистость образуют слабую кровлю. Наиболее плохие условия кровли обычно встречаются там, где кровля состоит из тонких пере-

межающихся слоев различных пород (например, тонких слоев песчаника и сланца) или тонких слоев сланца, перемежающихся с прожилками угля. Однако встречаются очень редко породы однородного (гомогенного) строения; чаще в породе имеются прожилки слюды или окаменевших ископаемых различного типа и размеров, которые имеют тенденцию концентрироваться в зонах напластования, где возникают геологические нарушения. Поэтому песчаник, будучи очень крепким, склонен к нарушениям кровли, возникающим по поверхностям, где имеются подобные ископаемые остатки. Часто песчаник имеет включения крупных частиц песка, которые сцементированы слабой породой, в результате чего он оказывается «слабым» и неустойчивым.

Пласты - проводники, особенно тонкие, имеют очень слабый контакт с окружающими породами, и по этим поверхностям чаще всего происходят расслоения.

Необходимая длина анкера определяется созданием необходимой композитной толщины пород, которую следует поддерживать в горной выработке.

Механические анкера пригодны для условий, где требуются относительно небольшие несущие способности анкерной крепи; механические анкера с частичным заполнением скважины самотвердеющим материалом следует использовать, где требуется повышенная несущая способность крепи, а тросовые анкера необходимы там, где требуются большая высота анкерования или высокая несущая способность при небольшой высоте.

Когда требуемая длина анкера очень велика или требуется высокая несущая способность, следует производить анкерование кровли с высоким предварительным натяжением. Если непосредственная кровля имеет тенденцию к разрушению во времени, то необходимо устанавливать сетчатую затяжку кровли или металлические подхваты, располагающиеся поперек выработки и таким образом, чтобы предотвратить вывалы породы между устанавливаемыми анкерами.

Анкеры без предварительного натяжения устанавливают более часто, имея в виду, что они обладают пассивным воздействием на кровлю. При горных работах решающее значение имеют меры, предотвращающие внезапные обрушения кровли.

Анкерование кровли предотвращает прогиб и повышает ее устойчивость. При прогибе и опускании породных слоев каждая их точка смещается как по вертикали, так и по горизонтали в направлении в сторону оси выработки.

Теории анкерования кровли основываются на одном или нескольких принципах, изложенных ниже:

- «Подвешивание или закрепление». Если непосредственная кровля слабая, а вышележащий слой породы прочный, то при анкеровании нижний слой «подвешивается» к верхнему; при этом нижний слой не может быть слишком толстым, а верхний слой не должен находиться на чересчур большой высоте. Основываясь на этой теории, анкерование должно выдерживать вес пород нижнего «подвешенного» слоя, «закрепление» обеспечивает «подтягивание» ослабленных пород к верхнему прочному слою.
- «Балочное строение». Если непосредственная кровля сложена из тонких слоев породы, а вышележащий слой имеет большую толщину, то рекомендуется использовать анкера, создающие предварительное натяжение с тем, чтобы притянуть эти тонкие слои к мощной верхней «балке», что предотвратит прогиб кровли. Опираясь на эту теорию, следует знать оптимальную толщину верхнего слоя, его способность удерживать притягиваемую непосредственную кровлю и несущую способность необходимых для этого анкеров.
- «Трение и жесткость». Анкеры с полным наполнением скважин быстротвердеющей массой должны быть более прочными, чем порода, в которой они закрепляются. Сопротивление, препятствующее опусканию и боковым смещениям по плоскостям напластования кровли, создается в результате взаимодействия стержня анкера, самотвердеющего материала и стенок скважин. Чем крупнее и прочнее анкер и чем прочнее и более жестким будет быстротвердеющий заполнитель, тем больше несущая способность анкерования, препятствующего перемещениям укреплемых пород.

Проще пользоваться концепцией «балочного строения», которая позволяет оценить количественные величины необходимого сопротивления при анкеровании кровли, чем это возможно, основываясь на концепции «трения и жесткости».