

УДК 622.272

С.В. Черданцев, Н.Ф. Косарев, С.Н. Рогозин

КРЕПЛЕНИЕ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ОБЖАТОЙ ВИНТОВОЙ КРЕПЬЮ

Обстановка, сложившаяся в последние годы на угольных шахтах Кузбасса в связи с их повышенной газоносностью указывает на острую необходимость проведения дополнительных вентиляционных выработок, в основном вертикальных.

Для их строительства в настоящее время, как

и почти полное их совмещение во времени, повышается безопасность и производительность труда проходчиков*.

Совершенствование техники и технологии способа бурения стволов развивается в трех направлениях [1]: 1) бурение с поверхности с запол-

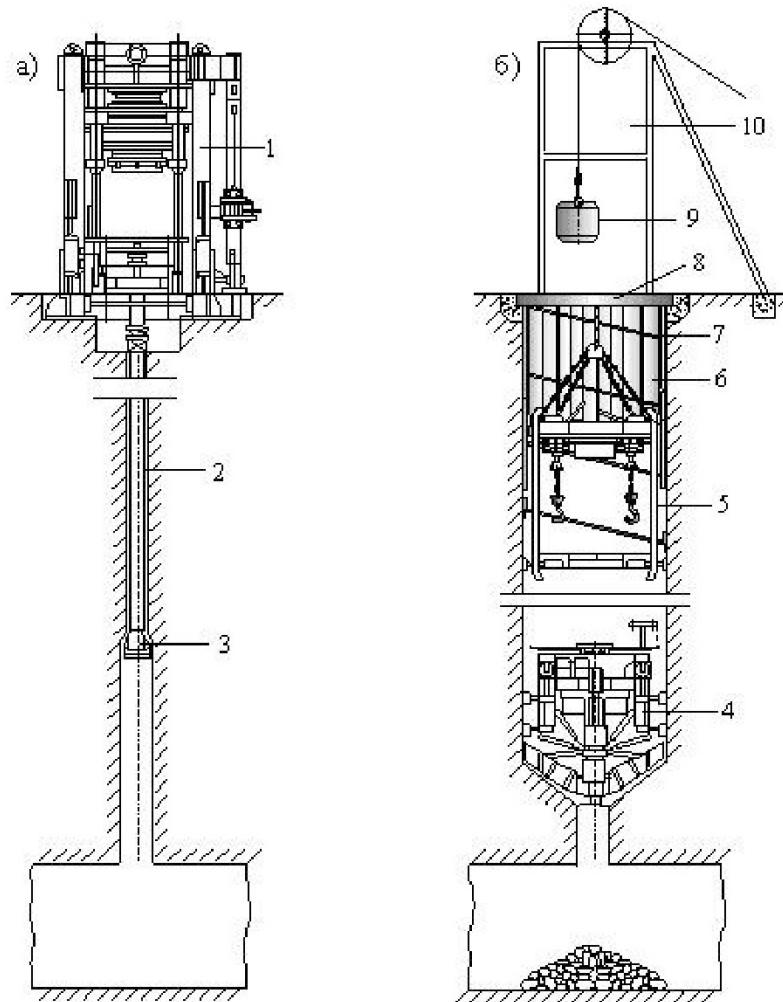


Рис. 1. Схема бурения и крепления вертикального ствола

а) монтаж бурильной установки, бурение передовой скважины и ее последующее расширение; б) сооружение форшахты, монтаж бурильной машины, бурение ствола до проектных размеров и крепление ствола секциями винтовой крепи сверху вниз ; 1 – бурильная установка GH-250 фирмы «Вирт»; 2 – передовая скважина; 3 – головка-расширител; 4 – бесштанговая бурильная машина SB-VII-650/850 фирмы «Вирт»; 5 – проходческий полок; 6 – затяжка; 7 – секция винтовой крепи; 8 – нулевая палма; 9 – бадья БПСМ-0 75; 10 – проходческий конец

в отечественной, так и зарубежной практике широкое развитие получил способ бурения с применением различных бурильных установок и стволопроходческих комбайнов [1, 2]. При таком способе обеспечивается комплексная механизация всех технологических процессов проходки ствола

нением проходимого ствола буровой жидкостью с последующим креплением; 2) бурение и расшире-

* Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 05-08-33470).

ние передовой скважины с последующим расширением ствола до проектных размеров в направлении снизу вверх; 3) создание бесштанговых буровых машин (комбайнов) с выдачей породы по скважине на нижележащий горизонт или на поверхность с одновременным возведением крепи.

Применение реактивно-турбинных установок и стволопроходческих комбайнов позволило значительно повысить технико-экономические показатели строительства стволов. Однако это направление имеет и ряд существенных недостатков: низкий КПД выдачи буровой мелочи; большой расход металла на крепление ствола; последовательность операций крепления ствола и тампонажа закрепленного пространства.

Специализированными фирмами ФРГ «Дайльман-Ханиэль», «Тиссен шахтбау» и «Виртмашинен» разработана новая технология бесштангового бурения стволов с предварительно пройденной опережающей скважиной [1]. Обязательное условие применения этой технологии – наличие на подготовляемом горизонте под центром ствола подземной выработки и возможности приема и транспортирования буровой мелочи, поступающей в процессе бурения.

Последовательность работ проходки ствола способом бурения с передовой скважиной с помощью бурильной установки GH-250 фирмы «Вирт» показана на рис. 1.

На первом этапе (рис. 1, а) по оси будущего ствола с поверхности бурится скважина диаметром 216 – 311 мм с промывкой и пылеподавлением водой. Вертикальность бурения соблюдается благодаря специальной направляющей буровой штанге, размещенной за головкой бура.

После сбояки направляющей скважины с подземной выработкой буровая головка демонтируется и заменяется головкой-расширителем, после чего скважина расширяется снизу вверх до диаметра 2,4 м.

На втором этапе (рис. 1, б) проходит бетонирование форшахта глубиной 10 – 12 м, монтируется стволопроходческая машина 4 и осуществляется бурение ствола на проектное сечение.

К сожалению, для крепления вертикальных выработок, сооружаемых в слабых неустойчивых породах нет эффективных типов крепей.

Например, монолитная бетонная и сборная железобетонная крепи используются лишь для крепления вертикальных стволов диаметром более 5 м.

Металлическая кольцевая крепь неустойчива в вертикальных выработках в продольном направлении и поэтому также неприменима.

Анкерная крепь предназначена для крепления горизонтальных и слабонаклонных выработок.

В этих условиях нам представляется эффективным использовать винтовую крепь, представ-

ляющую собой качественно новый тип крепи, геометрические параметры которой показаны на рис. 2.

В отличие от традиционных типов крепей, винтовая крепь способна взаимодействовать с массивом горных пород в режиме предварительного обжатия [3].

Этот режим не реализуем у традиционных типов крепей. Его сущность заключается в том, что предварительно обжатая винтовая крепь создает отпор на окружающий массив, предотвращая расслоение кровли выработки и, тем самым, повышая ее устойчивость.

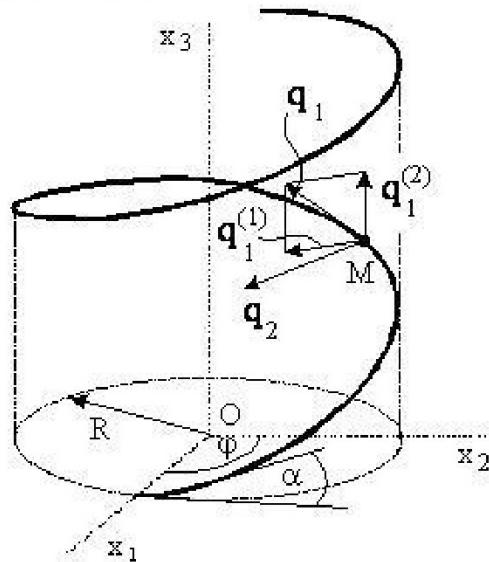


Рис. 2. Геометрические параметры винтовой крепи

В результате предварительного обжатия винтовой крепи между породными стенками выработки и крепью возникают силы q_1 и q_2 (рис. 2) [3].

Сила q_2 , действуя вдоль главной нормали осевой линии крепи, создает реактивный отпор на окружающий массив. Сила q_1 , направленная вдоль осевой линии крепи, в свою очередь, имеет две составляющие $q_1^{(1)}$ и $q_1^{(2)}$, определяемые по формулам [3]

$$q_1^{(1)} = q_1 \cos \alpha_1, \quad q_1^{(2)} = q_1 \sin \alpha_1,$$

где α_1 – угол подъема осевой линии обжатой винтовой крепи, представляющий собой сумму угла подъема α недеформированной осевой линии крепи и угла поворота относительно главной нормали ϑ_2 .

Отметим, что составляющая $q_1^{(1)}$ действует в плоскости поперечного сечения выработки, а составляющая $q_1^{(2)}$ направлена вдоль оси выработки (рис. 1) и препятствует тангенциальной составляющей внешней нагрузки сдвинуть винтовую крепь вдоль выработки и опрокинуть ее.

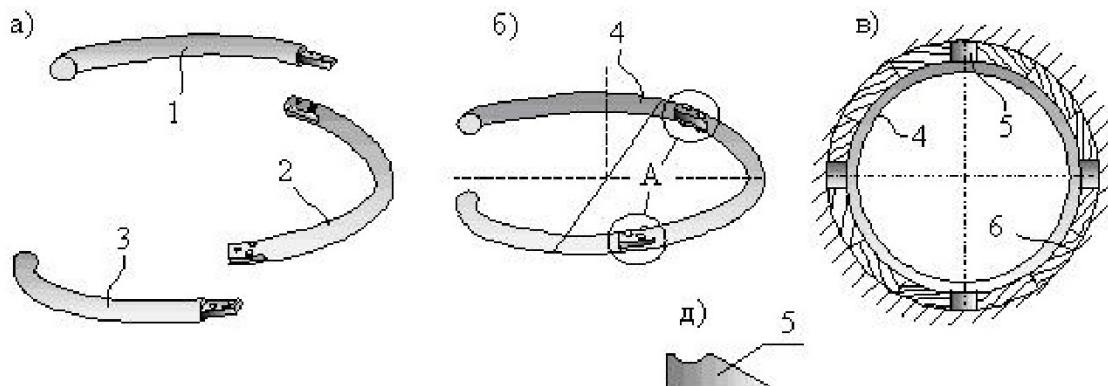


Рис. 3. Конструкция винтовой крепи

Таким образом, в отличие от традиционных типов рамных крепей, устойчивое состояние винтовой крепи в вертикальных выработках является ее внутренним качеством, зависящим от величины обжатия крепи, угла подъема ее осевой линии и коэффициента трения крепи о породный массив. Поэтому в процессе крепления выработок предва-

рительно обжатой винтовой крепью отпадает необходимость ее прикрепления к боковым породам, что является несомненным преимуществом винтовой крепи по сравнению с традиционными рамными крепями.

Винтовая крепь [4] состоит из трех звеньев 1 – 3 одинаковой длины (рис. 3, а). Боковые звенья 1,

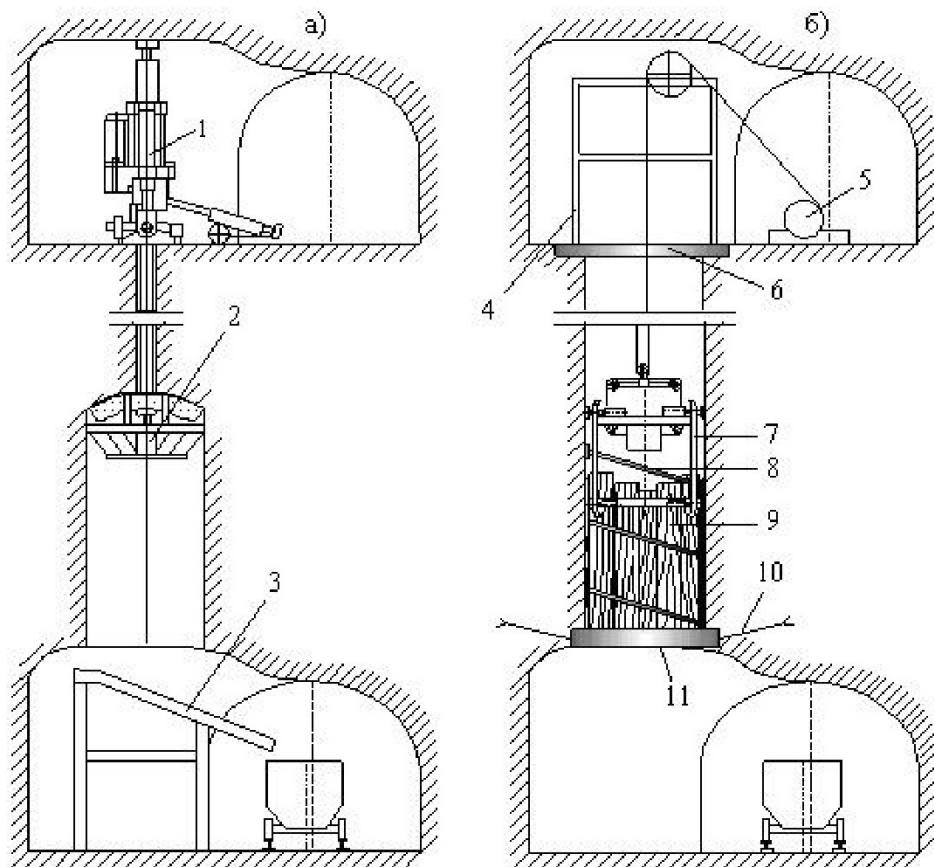


Рис. 4. Схема бурения и крепления восстающей выработки

а) монтаж бурового комбайна KB, бурение передовой скважины и ее расширение до проектного сечения; б) монтаж копра, подъемного оборудования и крепление ствола секциями винтовой крепи снизу вверх; 1 – буровой станок комбайна KB; 2 – рабочий инструмент комбайна; 3 – шламоулавливающее устройство; 4 – копер; 5 – лебедка; 6 – нулевая рама; 7 – проходческий полок; 8 – винтовая крепь; 9 – затяжка; 10 – анкер; 11 – опорное кольцо

3 жестко соединяются со средним звеном 2 болтами (рис. 3, б), для чего звено 2 имеет пазы с отверстиями, а боковые звенья снабжены выступами с отверстиями. Жестко соединенные в узлах A (рис. 3, б) звенья не допускают взаимных перемещений и поворотов относительно друг друга и образуют одну секцию винтовой крепи 4 (рис. 3, б).

Установка винтовой крепи осуществляется параллельно бурению ствола сверху вниз (рис. 1, б) с применением двухэтажного подвесного проходческого полка 5, оборудованного маслостанцией и двумя тельферными установками.

Звенья винтовой крепи подаются через ляды проходческого полка на нижний его этаж, где с помощью тельферных установок собираются в секции. Каждую секцию устанавливают в выработке соответственно ранее установленным секциям и затем между секцией и стенками выработки вводят клинья 5 (рис. 2, в).

Обжатие каждой секции производится с помощью пяти металлических клиньев: (рис. 2, в). Пространство между стенками выработки и секциями крепится затяжками 6 (рис. 2, в), которые устанавливаются с верхнего этажа полка.

Во время сборки и предварительного обжатия секций проходческий полок распирается верхними гидродомкратами в затяжки, а нижними гидродомкратами – в породные стенки ствола.

По мере монтажа секций и установки затяжек металлические клинья убираются. Проходческий полок перемещается вниз и процесс повторяется.

Спуск-подъем рабочих и подача звеньев винтовой крепи к месту сборки производятся с помощью малогабаритной проходческой бадьи БПСМ-0,75 (рис. 1, б).

Установленный ряд секций образует в выработке сплошную несущую конструкцию, но при этом каждая секция взаимодействует с массивом независимо от соседних (рис. 1, б).

Обратим внимание, что описанная технология применима также к сооружению слепых стволов и восстающих выработок (рис. 4).

В последние годы она получила широкое распространение в отечественной горнорудной промышленности, где в качестве бурильных установок используются комбайн типа КВ конструкции ВНИИПИрудмаша.

Комбайн КВ (рис. 4, а) состоят из бурового станка 1, рабочего инструмента, включающего долото, став штанг и разбуриватель, и шламоулавливающего устройства. Комбайн, как правило, устанавливается на верхнем рабочем горизонте (рис. 4, а), хотя его конструкция допускает расположение и на нижнем подготовляемом горизонте. При установке комбайна на рабочем горизонте на первом этапе бурится сверху вниз передовая скважина диаметром 270 мм. На втором этапе после выхода бурового инструмента на нижележащий горизонт к нему крепится разбуриватель и восстающая выработка разбуривается до полного сечения снизу вверх на всю длину.

Затем на верхнем горизонте устанавливаются нулевая рама, копер и подъемная лебедка, а на нижнем горизонте – опорное кольцо. Установку винтовой крепи можно осуществлять как снизу вверх (рис. 4, б), так и сверху вниз. В остальном процесс установки винтовой крепи такой же как в стволе.

В заключение отметим, что в слабых неустойчивых породах винтовая крепь может использоваться в качестве временной крепи, а в устойчивых породах – в качестве постоянной крепи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баронский И.В., Першин В.В., Баранов Л.В. Строительство и углубка вертикальных стволов. – М.: Недра. – 1995. – 249 с.
2. Насонов И.Д., Ресин В.И., Шуплик М.Н., Федюкин В.А. Технология строительства подземных сооружений. Строительство вертикальных выработок. – М.: Изд-во Академии горных наук, 1998. - 294 с.
3. Черданцев С.В., Черданцев Н.В. О влиянии предварительно обжатой пружины на зону нарушения сплошности вокруг цилиндрической полости. // ПМТФ. – 2005. – № 3. – С. 141 – 148.
- 4.. Черданцев С.В. Крепь для горных выработок // Патент на полезную модель № 57827; опубл. 27.10.2006, Бюлл. № 30. – 1 с.: ил.

Авторы статьи:

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

Косарев
Николай Федорович
– канд.техн. наук , проф. каф. строительства подземных сооружений и шахт

Рогозин
Сергей Николаевич
– канд. техн. наук, доц. каф. технической механики и упаковочных технологий Кемеровского технологического института пищевой промышленности