

УДК 622.25(06)

Масленников С.А., доц., к.т.н., Шинкарь Д.И., асп., Шахтинский институт (филиал) ЮРГТУ(НПИ), г. Шахты, Россия

ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ВЕРТИКАЛЬНОГО СТВОЛА С КОМБИНИРОВАННОЙ КРЕПЬЮ

Интенсивное развитие горнодобывающей промышленности России в последние 10-12 лет существенно повысило объемы строительства новых и реконструкции уже существующих шахт и рудников. В связи с этим все больше внимания научные и производственные работники уделяют вопросам эффективного сооружения и поддержания вертикальных стволов. Что касается крепи, то положительно зарекомендовавшие себя при применении в породах I-III категории устойчивости монолитная бетонная и железобетонная крепи, в породах IV категории и при наличии напорных вод, не обеспечивают ни достаточной несущей способности, ни требуемого уровня гидроизоляции. [1,2] Крепь из чугунных тубингов имеет крайне высокую стоимость, но при наличии высоконапорных вод, в результате выдавливания уплотнительных материалов, теряет свои гидроизоляционные свойства и начинает пропускать воду. Часто применяемая комбинированная чугунно-бетонная крепь, ввиду фильтрации воды через бетон, под воздействием гидростатического давления, не работает как единая конструкция и теряет устойчивость при нагрузках значительно более низких, чем расчётные. [3,4]

В двухслойной сталебетонной крепи, состоящей из металлической обечайки и бетона, под воздействием давления подземных вод возникают локальные отслоения, приводящие к потере устойчивости стальной трубы. Трёхслойная сталебетонная крепь имеет очень высокую стоимость и требует большого количества дефицитной стали, помимо этого, под воздействием агрессивной среды, внешняя оболочка, контроль состояния которой не возможен, нарушает цельность, что приводит к аварийным ситуациям. Широкое применение сталебетонных крепей осложняет и то, что в России они до сих пор использовались исключительно при сооружении стволов методом бурения, соответственно технология их возведения при обычном способе проходки не разработана.

Таким образом, шахтное строительство в условиях роста глубины отработки полезных ископаемых и усложнения гидрологической обстановки на реконструируемых и строящихся горных предприятиях столкнулось в настоящее время с отсутствием эффективных способов поддержания основных вскрывающих выработок – вертикальных стволов.

Одним из возможных вариантов решения возникшей проблемы является применение разработанной и запатентованной авторами [5] конструкции сталебетонной крепи с управляемым режимом работы. Отсутствие опыта возведения подобной крепи в стволе, сооружаемом по буровзрывной технологии, заставил более подробно изучить специфику крепления комбинированной чугунно-бетонной крепью. Так при строительстве скипового ствола рудника «Мир» (см. табл. 1) на глубинах св. 900 м авторами проводились замеры затрат времени на отдельные проходческие процессы (см. табл. 2).

Таблица 1

Характеристики скипового ствола

	Параметр	Характеристика
1	Диаметр, м:	8
	в свету	9-10
	в проходке	
2	Глубина, м	1037,0
3	Материалы крепи	8x20-8x60
	чугунные тубинги	B25 (M-350), 300 – 500 мм
	бетон	

Таблица 2

Фактическая продолжительность проходческих процессов

Наименование процесса	Min значение, мин	Max значение, мин.	Число замеров, шт.	Ср. значение, мин.
Приведение забоя в безопасное состояние	15	60	10	34
Спуск проходческого оборудования	10	35	11	23
Погрузка породы II фазы (разборка забоя)	175	620	16	402
Бурение шпуров	335	710	21	458
Заряжание шпуров	40	125	17	74
Подъём проходческого оборудования	10	60	14	23
Ведение взрывных работ	10	25	4	18
Проветривание	30	210	12	94
При установке одного кольца тубингов				
Погрузка породы I фазы	75	640	12	234
Установка кольца тубингов	120	240	12	170
Погрузка породы I фазы	125	440	10	288
При установке двух колец тубингов				
Погрузка породы I фазы	45	200	8	131
Установка 1-го кольца тубингов	65	250	8	136
Погрузка породы I фазы	210	410	8	314
Установка 2-го кольца тубингов	115	195	8	154
Погрузка породы I фазы	90	390	7	209

Проходка указанного ствола осуществлялась в сложных горно-геологических условиях. Породы, представленные мергелями, алевролитами, долеритами, песчаниками доломитами, участками сильнотрещиноваты. Трещины от 0,1-1,0 до 20,0 см. заполнены льдом или солью. Крепость пород по шкале проф. М.М. Протодяконова на участке глубин от 546,4 до 1036,9 м колебалась в пределах $f=3-16$, степень устойчивости от 2 до 4. По гидрогеологическим условиям проходки ствол относится к категории самых сложных.

При проходке использовался постоянный копёр и проходческие подъёмные машины МПП-17,5. В сечении ствола размещались: подвесной проходческий полук с породопогрузочной машиной 2КС-2У/40, технологические трубопроводы, кабели и канаты, породу выдавали двумя проходческими бадьями БПС 3.0. Проходка ствола выполнялась по буровзрывной технологии заходками 2,2 м. Для бурения использовались перфораторы ПП-54В.

Крепь возводили по совмещенной схеме. Бетонная смесь спускалась к забою по двум трубопроводам. Тубинги навешивали в забое с одновременным заполнением затубингового пространства бетоном на участке глубин от -40 до -228,7 и от -546,4 до -1036,9 м. В интервале отметок от -228,7 до -526,5 м. непосредственно вслед за выемкой породы в призабойной секционной опалубке возводили передовую бетонную крепь толщиной 500 мм.

Замеры продолжительности были выполнены по всем основным проходческим процессам и их составляющим (см. табл. 2).

Сравнение фактических данных с расчетными показывает значительное превышение времени бурения и погрузки (см. табл. 3).

Как показал анализ собранных данных, применение комбинированной крепи отрицательно сказывается на выполнении всех основных проходческих процессов.

Показательным является то, что, замена такой крепи монолитной бетонной позволяет повысить скорость проходки в 1,5-2 раза (см. [3]). При заходке 4 м приведённая продолжительность работ по креплению, составит 11-12 часов, что с учётом дополнительных потерь времени на остальных процессах приводит к значительному снижению скорости проходки. Совершенствование организации работ при возведении чугунно-бетонной крепи, хотя и сказывается положительно, но значительного повышения скорости проходки не дает. Более перспективным является комплексный подход включающий внесение изменений, как в технологию возведения, в частности, переход к параллельной схеме, так и в параметры крепи.

Таблица 3

Фактическая и нормативная продолжительность проходческих процессов

	Наименование процесса	Замеренные (средние) значения, мин	По ЕНиР (Е36)	По проекту
1	Бурение	458	303	-
2	Погрузка породы в т. ч. приведение забоя в безопасное состояние	1002	591	900
	1-я фаза	34		744
	2-я фаза	566		156
3	Крепление (навеска тюбингов)	402	180	-

Последнему был посвящён ряд работ [1,2,3], где была обоснована необходимость применения в чугунно-бетонной крепи бетонов с повышенным модулем деформации и соответственно описывалась предлагаемая технология ее возведения. В соответствии с ней крепление ведётся по параллельной схеме, которая позволяет возводить трёхслойную конструкцию с небольшим отставанием навески тюбингов от забоя, что существенно снижает необходимую мощность передового бетона и ширину монтажного зазора. Сущность предлагаемой схемы заключается в следующем.

Основные проходческие процессы – бурение шпуров, зарядание, взрывание, погрузка породы и выдача её на поверхность осуществляются в обычном порядке, с использованием стандартной проходческой техники. Существенному изменению подвергается процесс крепления, соответственно особенностям которого, дорабатывается проходческий полук. К обычному двухэтажному полку достраивается два дополнительных этажа, каждый из которых оборудуется талью и круговым монорельсом. На верхнем этаже устанавливается бункер для приёма бетона.

Процесс возведения крепи ведётся параллельно с основными проходческими процессами. В забое ствола с помощью передвижной секционной опалубки, укладывают бетонную смесь. При этом качество работ, по сравнению с укладкой бетона за тюбинги, существенно повышается, например, при применении жёстких смесей с размером крупного заполнителя более 40 мм появляется возможность применять уплотнение вибраторами. Спуск бетона производится специальными контейнерами, выгрузка которых в приёмное устройство осуществляется на верхнем этаже проходческого полка. Тюбинги навешивают с верхних этажей полка при помощи, специально установленных для этой цели, 2-4 талей.

Заполнение зазора между тюбингами и передовой крепью бетоном/цементным раствором может выполняться после навески каждой заходки, или нескольких, в зависимости от состояния вмещающего породного массива и соответственно передовой крепи. К нижнему кольцу тюбингов крепится поддон, препятствующий выдавливанию раствора.

В общем, предложенная технология может быть использована и при креплении сталебетонной крепью. Главным отличием будет необходимость навески дополнительного оборудования и снабжения подвешенного проходческого полка подвижным этажным перекрытием, позволяющим качественно выполнять сварочные работы.

Применение данной технологии позволит:

- обеспечить качественное ведение сварочных работ;
- снизить трудоемкость укладки бетона;
- монтировать крупноразмерные секции стальной обечайки параллельно с ведением проходческих процессов на забое и в благоприятных условиях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Масленников С.А.* Перспективы совершенствования двухслойной чугуно-бетонной крепи вертикальных стволов / Тезисы докладов 2-й междунар. научн.-пр. конф. "Перспективы освоения подземного пространства". - Д.: Национальный горный университет, 2008. - С. 37-40.
2. *Масленников С.А.* Методика определения рационального модуля деформации бетона в комбинированной чугуно-бетонной крепи / Горный информационно-аналитический бюллетень. – М.: МГГУ, 2009. - №4 – С. 205-210.
3. *Масленников С.А.* Обоснование рациональных параметров комбинированной чугуно-бетонной крепи вертикальных стволов / Горный информационно-аналитический бюллетень. – М.: МГГУ, 2009. - №4 – С. 210-214.
4. Состояние и перспективы строительства вертикальных стволов в Российской Федерации / Перспективы развития Восточного Донбасса: сб. науч. тр. / Шахтинский ин-т (филиал) ЮРГТУ (НПИ). – Новочеркасск: УПЦ «Набла» ЮРГТУ (НПИ), 2008. – Ч. 1. – С. 174 – 191.
5. Пат. 2433269 РФ, МПК E21 D Конструкция крепи вертикальных стволов с регулируемым режимом работы / Страданченко С.Г., Масленников С.А., Шинкарь Д.И. – Оpubл. 10.11.2011.

УДК 622.28

Масленников С.А., доц., к.т.н., Шинкарь Д.И., асп., Шахтинский институт (филиал) ЮРГТУ(НПИ), г. Шахты, Россия

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ КРЕПИ С РЕГУЛИРУЕМЫМ РЕЖИМОМ РАБОТЫ

В работе [1] авторами было показано, что в настоящее время в России шахтное строительство в условиях роста глубины отработки полезных ископаемых и усложнения гидрогеологической обстановки на реконструируемых и строящихся горных предприятиях столкнулось с отсутствием эффективных способов поддержания основных вскрывающих выработок. Одним из возможных вариантов решения возникшей проблемы является применение разработанной и запатентованной авторами [2] конструкции трёхслойной сталебетонной крепи, включающей (см. рис. 1) внутреннюю металлическую обечайку (3), слой высокопрочного фибро-бетона (2) с искусственно улучшенными водопроводящими свойствами, внешний слой из полимербетона повышенной плотности (1), контрольно-регулирующие элементы (4), а также систему отвода воды.