

УДК 622.25(06)

С.А. Масленников**ТЕХНОЛОГИЯ КРЕПЛЕНИЯ СКИПОВОГО СТВОЛА
РУДНИКА «МИР»**

Предложена схема возведения комбинированной чугунно-бетонной крепи с использованием при креплении бетонов с повышенным модулем деформации и улучшенной технологией проходки.

Ключевые слова: чугунно-бетонная крепь, скиповый ствол, продолжительности проходческих процессов.

В рамках крупнейшего проекта компании «Алроса» по переводу добычи алмазов с открытого на подземный способ на рудниках «Удачный» и «Мир» были построены 5 стволов глубиной свыше 1000 м. каждый. Крепление — комбинированная двухслойная чугунно-бетонная крепь. Срок строительства до пуска в эксплуатацию достигал семи и более лет.

Для увеличения скорости строительства стволов автором было предложено использовать при креплении бетоны с повышенным модулем деформации и улучшенную технологию проходки.

Характеристики рассматриваемого в данной статье скипового ствола приведены в табл. 1. Время строительства — 6 лет (начало — август 2003 года).

Проходка ствола велась в сложных горно-геологических условиях. Поро-

ды, 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. Протодряконова 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 полок с породопрогрузочной машиной 2КС-2У/40, технологические трубопроводы (2 для подачи бетона, сжатого воздуха и вентиляции), кабели и канаты (подвески бадей, полка, спасательной лестницы, кабелей, телескопов бетоноводов и вентиляции, маневровые и

Таблица 1

Характеристики скипового ствола

	Параметр		Характеристика
1	Диаметр, м:	в свету в проходке	8 9—10
2	Глубина, м		1037,0
3	Материалы крепи	чугунные тубинги бетон	8 x 2 0 – 8 x 60 В 25 (М-350), 300—500 мм

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

др.) 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. Бетонную смесь спускали в забой 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 опа-

лубке возводили передовую бетонную крепь толщиной 500 мм.

В июне-сентябре 2006 г. на проходке указанного ствола были выполнены замеры продолжительности проходческих процессов в интервале глубин -932 ÷ -1001 м. (см. табл. 2). За время наблюдений была собрана информация о 24 циклах проходки.

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

Как показал анализ собранных данных, применение комбинированной чугуно-бетонной крепи отрицательно сказывается на выполнении

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	—

всех основных проходческих процессов. Совершенствование организации работ при возведении чугунно-бетонной крепи хотя и сказывается положительно, но не может решить проблему повышения скорости проходки в целом. Более перспективным является комплексный подход включающий внесение изменений, как в технологию возведения, в частности, переход к параллельной схеме, так и в параметры крепи.

Последнему был посвящён ряд работ [1, 2, 3], где автором была обоснована необходимость применения в чугунно-бетонной крепи бетонов с повышенным модулем деформации. В указанных публикациях оставался открытым вопрос о технологии возведения такой крепи.

В настоящее время при строительстве стволов применяют две основные технологии возведения чугунно-бетонной крепи [4]. В первом случае, при проходке по замороженным, слабым, неустойчивым породам, в забое возводят, с помощью передвижной опалубки, монолитную бетонную крепь. Чугунные тюбинги устанавливают заходками снизу вверх, оставшееся пространство шириной 100—200 мм, иногда более, заполняют цементно-песчаным раствором. Во вто-

ром случае, в достаточно устойчивых породах, чугунные тюбинги навешивают из забоя, бетон в затюбинговое пространство укладывают заходками длиной до 15 м, иногда и более, через соответствующие отверстия. К сожалению, с точки зрения использования высокомодульных бетонов, обе технологии неприменимы.

На основе проведённых исследований автором предложен способ крепления по параллельной схеме (см. рис. 1), который позволяет возводить трёхслойную конструкцию с небольшим отставанием навески тюбингов от забоя, что существенно снижает необходимую мощность передового бетона, ширину монтажного зазора, соответственно расширяет область применения чугунно-бетонной крепи, и, главное, даёт возможность использовать при креплении бетоны с повышенным модулем деформации. 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, соответ-

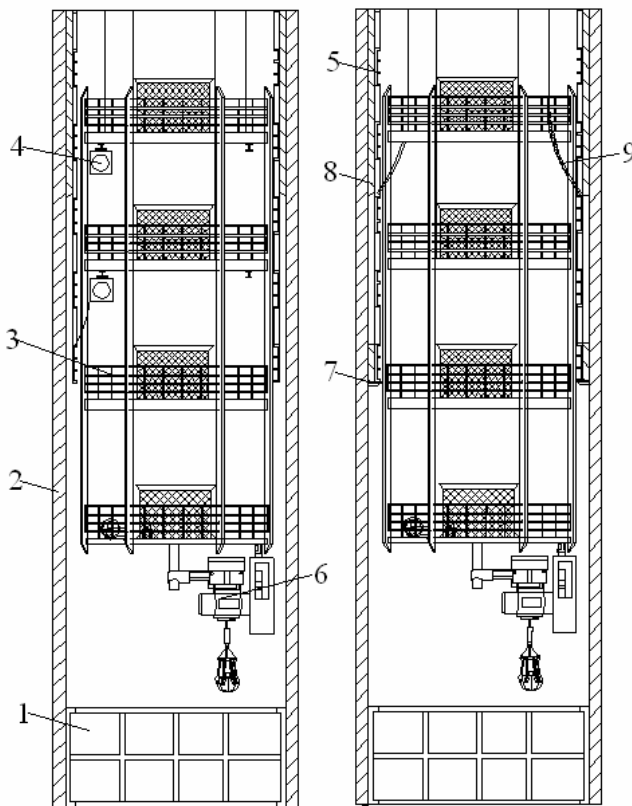


Рис. 1. Предлагаемая схема возведения комбинированной чугуно-бетонной крепи: 1 — металлическая передвижная опалубка; 2 — передовой бетон; 3 — подвесной проходческий полок; 4 — электроталь; 5 — став чугунной тубинговой крепи; 6 — погрузочная машина; 7 — поддон; 8 — затюбинговый бетон; 9 — шланг подачи затюбингового бетона/цементного раствора.

ственно особенностям которого, дорабатывается проходческий полок. 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 тубинги, 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. Тубинги навешивают с верхних этажей полка при помощи, специально установленных для этой цели, 2—4 талей.

Заполнение зазора между тубингами 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 тубингов крепится поддон, препятствующий выдавливанию раствора.

Предлагаемая технология, помимо возможности использования бетонов с повышенным модулем деформации, позволяет существенно снизить трудоёмкость работ за счёт:

- уменьшения объёма вынимаемой горной массы (снижается общая толщина крепи, уменьшаются переборы);
- снижения объёмов работ по бурению и заряданию;
- сокращения объёма работ по погрузке и выдаче породы;
- уменьшения объёма работ по укладке бетона;

- перехода от крайне трудоёмкой операции по укладке бетона за тюбинги к его укладке за опалубку.

Повысить скорость проходки благодаря:

- выполнению одного из наиболее трудоёмких и длительных процессов — навески тюбингов — параллельно с основными проходческими операциями;

- сокращению трудоёмкости основных проходческих процессов (бурение, уборка породы, крепление).

И в общем предлагаемая схема проходки:

- позволяет более гибко варьировать величину заходки по креплению и свести к минимуму время обнажения пород;

- увеличить скорость проходки, исключая навеску тюбингов в забое;

- качественнее выполнять укладку бетонной смеси;

- снизить конечную нагрузку на крепь благодаря тому, что сразу после набора необходимой прочности и отрыва опалубки бетон, будучи податливее, позволяет реализовать породе большие смещения, чем жёсткая чугунно-бетонная конструкция.

Выполненный расчёт параметров проходки при замене применявшейся технологии на предлагаемую показал следующее: трудоёмкость снижается на 25 % (рассчитанная на одну заходку с 357,7 чел. ч. до 267,8 чел. ч., на метр ствола с 94 чел. ч. до 66,95 чел. ч.). При этом скорость проходки, с учётом доли несовмещаемых операций по укладке бетона, повысилась с 62,5 м/мес., до 87 м/мес.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Масленников С.А.* Перспективы совершенствования двухслойной чугунно-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 чугунно-бетонной крепи / Горный информационно-аналитический бюллетень. — М.: МГГУ, 2009. — № 4 — С. 205—210.

3. *Масленников С.А.* Обоснование рациональных параметров комбинированной чугунно-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. **ГИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Масленников Станислав Александрович — кандидат технических наук,
MaslennikovSA@mail.ru,

Шахтинский институт (филиал) Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт).

