

ГЕОТЕХНОЛОГИЯ

УДК 622. 268. 5

В.В. Першин, О.В. Верхотуров

СТРОИТЕЛЬСТВО НАКЛОННОГО КОНВЕЙЕРНОГО СТВОЛА Ш. «КОСТРОМОВСКАЯ» В СЛОЖНЫХ ГОРНОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ПО НАНОСАМ

В связи с интенсивным ростом добычи угля и выбытием производственных мощностей подземной добычи в период 1990-1998 гг. в Кузбассе возникла необходимость в более широком использовании месторождений со сложными горногеологическими и гидрогеологическими условиями.

Такими условиями характеризуется и поле шахты «Костромовская» в Ленинском районе Кузбасса. Запасы шахты вскрываются тремя наклонными стволами (конвейерным, путевым и вентиляционным). Сечение конвейерного ствола: $S_{cb}=16,4 \text{ м}^2$; $S_{np}=26,3 \text{ м}^2$; угол наклона - 14° ; длина ствола по наносам – 136 м; приток воды – $20 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Участок заложения наклонного конвейерного ствола расположен в 18 км от г. Ленинск-Кузнецкий. Горногеологический прогноз следующий [1]. Рыхлые отложения (наносы) повсеместно перекрывают коренные породы. Мощность наносов в месте заложения ствола составляет 35-36 м. Верхняя часть разреза до глубины 22 м представлена лессовидными суглинками в основном тяжелыми бурого цвета за счет присутствия гидроокислов железа. Суглинок по консистенции - от твердого до мягкопластичного, не набухающий, сильно сжимаемый. В основном, низкопористый, в верхней части до 5 м – просадочный. Плотность – $1,68-2,08 \text{ г}/\text{см}^3$. Ниже залегают непосредственные суглинки полутвердой консистенции до 1,5 м. и тую мягкопластичной

консистенции. В почве этого слоя встречаются тяжелые суглинки с содержанием глинистой фракции до 28 %, тугопластичные, не набухающие, сильно сжимаемые. Ниже слоя суглинков с глубины 23 м залегают плотные глины и суглинки с содержанием глинистой фракции до 45 %. По консистенции – твердые, слабонабухающие, в воде не размокают.

На цоколе коренных пород залегает слой гравия с песком мощностью 1,2 м с включением галек размером 0,5-2 см кварцевого и карбонатного состава.

Специальными исследованиями [2] гидрогеологических условий в месте проходки наклонного ствола выделено два водоносных горизонта. Первым горизонтом является верховодка, питание которой осуществляется исключительно за счет атмосферных осадков. Установившийся уровень находится на глубине 8 м от поверхности.

Второй водоносный горизонт связан с песчано-гравийным слоем.

Его водообильность изменяется в широких пределах. Изменчивость обусловлена заиленностью горизонта и связью с подземными водами коренных пород. Воды песчано-гравийного слоя напорные. Уровень воды находится на глубине 16 м от поверхности, то есть столб воды от уровня коренных пород равен 20 м (2 атм.). Удельный дебет составляет 0,27-0,35 л/сек, коэффициент фильтрации – 7,6 м/сутки, коэффициент водопроводимости

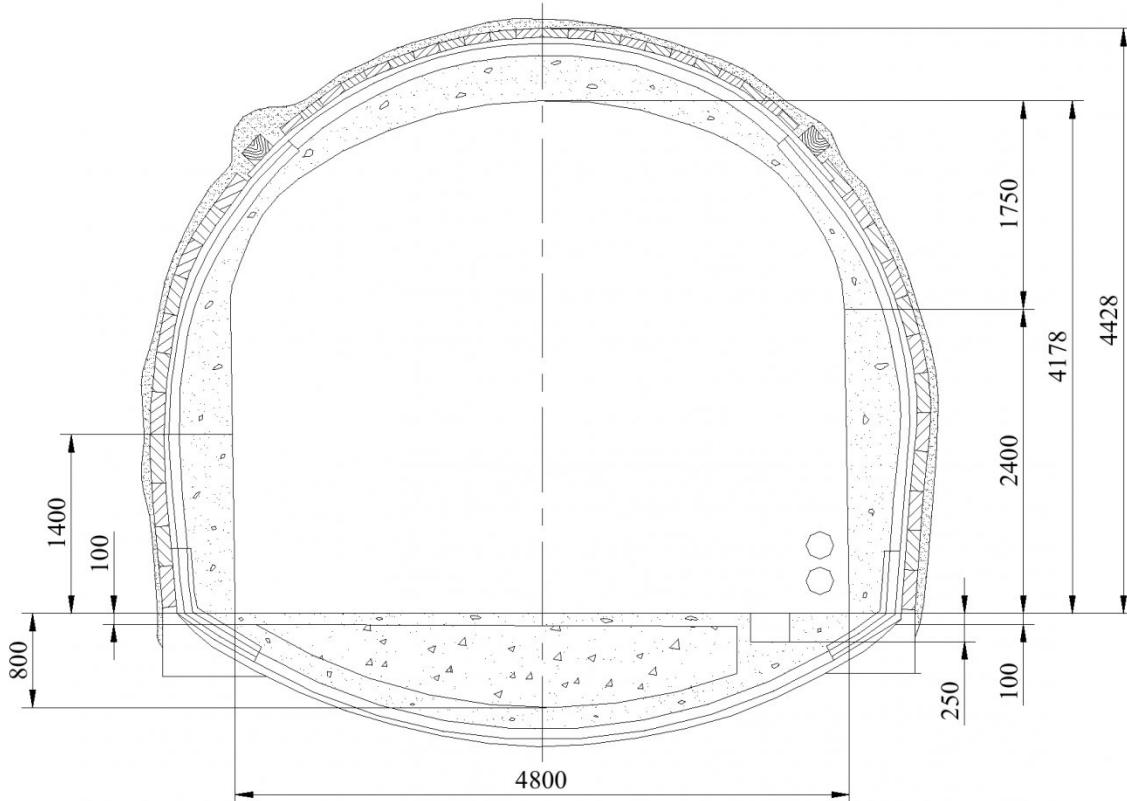
$10,6 \text{ м}^2/\text{сутки}$. При проходке наклонного ствола ожидается водоприток с песчано-гравийного горизонта в количестве $9,4 \text{ м}^3/\text{ч}$. Горизонт суглинков на глубине 14 м при взаимодействии с водой становится плавуном, что осложняет проходку ствола.

При проходке наклонного конвейерного ствола будут встречены четыре разведочных скважины диаметром 100 мм, при пересекании которых можно ожидать приток воды как с кровли так и с почвы. Единовременный выброс воды может составить до $10 \text{ м}^3/\text{ч}$. Граница опасных зон вокруг скважин составляет 20 м.

При пересечении песчано-гравийного слоя приток воды может составить $10 \text{ м}^3/\text{ч}$, а первоначальный водоприток – $40 \text{ м}^3/\text{ч}$. Граница опасной зоны составляет 10 м по нормали к обводненному слою.

Проектом производства работ (ППР) предусмотрена следующая технология проходки наклонного ствола [3].

От постоянной железобетонной крепи в призабойной части выработки производится выемка грунта комплексом «Сибирь-2» на величину 0,5 м, после чего устанавливается временная крепь с обратным сводом из СВП-27. По периметру выработки через установленный «Круг» пробиваются проколы из круглых металлических прутов диаметром 32-36 мм через 0,2 м. Неснижаемая величина проколот в целике должна быть не менее 0,5 м.



Поперечное сечение наклонного конвейерного ствола ш. «Костромовская»

Рабочим органом комплекса «Сибирь-2» разрабатывается верхняя часть забоя на глубину 1 м, горная масса грузится в скип и выдается на поверхность. Выдвигаются прогоны опорно-жающей крепи из СВП-27, на которые устанавливаются две арки временной металлической крепи из СВП-27 через 0,5 м. Нижняя часть забоя разрабатывается ковшами комплекса «Сибирь-2», отбитая горная масса грузится в скип и выдается на поверхность. Затем устанавливается арка обратного свода, под которую выкладываются элементы железобетонной затяжки.

Сегменты рамы обратного свода соединяются между собой двумя хомутами, после чего устанавливаются стойки крепи, которые крепятся к ранее установленным аркам и затем производится затяжка межрамного пространства железобетонной затяжкой.

После проходки ствола на 2 м настиляется временный рельсовый путь, для чего на обрат-

ный свод выработки укладываются шпалы временного пути из СВП-27 длиной 3 м, на которые укладываются рельсы: для ската Р-33 с колеей 900 мм и для комплекса «Сибирь» - Р-33 с колеей 2300 мм. Длина рельса – 2 м, расстояние между шпалами – 1 м.

После проходки ствола на 4 м производится бетонирование обратного свода. Возвведение постоянной крепи выработки производится на длину 3 м, для чего устанавливается арматура железобетонной крепи из металлических сеток, устанавливаются рамы призабойной опалубки из СВП-17 через 1,5 м, набирается инвекторная опалубка и укладывается бетон в стены и свод.

Укладка бетона производится вручную. Отставание постоянной крепи от забоя – не более 4 м.

Проходка ствола в зоне суглинков, находящихся в текучем состоянии и при пересечении других неустойчивых грунтов производится с применением

проколот из спецпрофиля № 17 или швеллера № 16 длиной 2,5 м. Неснижаемый запас проколот в целике должен быть не менее 0,5 м. По периметру свода проколоты забиваются через 0,2 м, а по бокам выработки – всплошную.

Постоянная крепь возводится каждые 1,5 м после проходки ствола на 2 м.

Поперечное сечение наклонного конвейерного ствола представлено на рисунке.

В настоящее время пройдено 110 м наклонного ствола. Проходка осуществлялась с сентября 2001 г. по октябрь 2003 г. Месячная скорость проходки ствола составляла от 2-х до 8 м/мес. Низкие темпы проходки объясняются следующими причинами: на всем протяжении наклонного ствола подземным способом имели место вывалы и выдавливание пород жидкой консистенции; 11.07.2001 г. произошло первое крупное обрушение, которое сопровождалось выделением большого объема жидких гли-

нистых пород; 09.08.2001 г. и 20.08.2001 г. произошли два крупных обрушения с выходом на поверхность; 10.09.2001 г. произошел аналогичный вывал горной массы объемом 136 м³; после ликвидации четырех аварий и проходки еще пяти метров ствола произошла пятая авария с выдавливанием 105 м³ жидких суглинков. Итак, на протяжении 2-х месяцев с 11.07.01 г. по 10.09.01 г. произошли 4 аварии с вывалами огромной массы в объеме 825 м³. Постоянная железобетонная крепь была разрушена на протяжении 33 м.

Причинами перечисленных аварий можно считать следующее:

- выданная шахтой геологическая характеристика пород в зоне проведения наклонного конвейерного ствола не соответствует действительности;

- проект по осушению горных пород, выполняемый заказчиком, не дал желаемых результатов, так как вода из скважин сбрасывалась в контуре участка, имели место перебои в работе насосов, а при обильных осадках насосы неправлялись с водопритоком;

- разработанная техническая документация на проведение наклонного ствола не соответствует горногеологическим условиям и не может обеспечить безаварийную работу.

После вышеперечисленных аварий было принято решение осуществлять дальнейшую проходку спецспособом с замора-

живанием горных пород азотом.

В период замораживания пород снова произошли аварии: разрушение 5 м крепи; разрушение межсекционных связей с образованием трещин и опускание забойного кольца постоянной крепи; образование куполов в кровле от вывала жидких суглинков (02.09.02, 23.10.02, 15.11.02).

Основными причинами деформации крепи ствола являются: отрицательное воздействие низких температур на процесс схватывания, твердения и набора прочности бетона на основе цемента марки 400 без ускорителей схватывания и без противозаморозковых добавок; проявление горного давления, в том числе оттаивания окружающего выработку массива; от воздействия динамических нагрузок от работы комплекса «Сибирь-2», а также от перераспределения гидростатического напора, возникающего в процессе проходки смежных стволов, пересекающих плытуны с боковым распором близких к «0».

Изучив сложившуюся ситуацию, связанную с авариями и с деформацией постоянной железобетонной крепи независимые эксперты (научно-внедренческая фирма «Крутой пласт» и ЗАО «КУЗНИУИ») сделали следующие обобщающие выводы [4].

1. Представленные Заказчиком материалы по геологии не соответствуют действительности и на этой основе проект

производства работ составлен с определенными упущениями, отрицательно повлиявшими на качество крепления.

2. Проектом не предусмотрена механическая укладка бетона, а укладка бетона вручную в свод при наличии арматуры не обеспечивает проектного качества крепи.

3. Отсутствие контроля за состоянием замороженных пород, а так же мероприятий или специального проекта, направленных на снижение отрицательного воздействия низких температур, добиться проектных параметров качества крепи при использовании простых бетонных крепей невозможно.

4. Некачественное осушение и необеспеченность стабильности гидростатического напора может приводить к значительным, в том числе знакопеременным, нагрузкам на став крепи ствола, разрушая последний в наиболее слабых местах.

5. Деформирование крепи зависит от факторов, указанных выше, но самым слабым местом в процессе крепления является свод, так как на него в первую очередь действует неравномерное горное давление от вывалов и жидких глинистых пород, низкие температуры окружающего массива и невозможность производства качественной укладки бетона вручную. Межсекционные связи в данных условиях не работают.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геологический прогноз (геологический разрез по оси наклонных стволов «Шахта «Костромовская»).
2. Проект частичного осушения горных пород при проведении наклонных стволов по пл. 19, разработанный и утвержденный Заказчиком.
3. Проект производства работ на проходку конвейерного наклонного ствола ЗАО «Шахта «Костромовская», согласованный с Заказчиком.
4. Заключение по установлению причин деформирования крепи конвейерного наклонного ствола ЗАО «Шахта «Костромовская». Научно-внедренческая фирма «Крутой пласт», ЗАО «КУЗНИУИ».

□ Авторы статьи:

Першин
Владимир Викторович
– докт. техн. наук, проф.,
зав. каф. СПСиШ

Верхотов
Олег Викторович
– директор ООО «Кузбассшахтопро-
ходка»