

ПРОХОДКА СВЕРХГЛУБОКИХ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛОВ ДЛЯ ГМК «НОРИЛЬСКИЙ НИКЕЛЬ» (РОССИЯ)

К.т.н., доц. Ю.А. Пшеничный, студ. Н.Д.Ефимова, ДонНТУ, г.Донецк

Проходка и крепление вертикальных стволов горных предприятий для вскрытия месторождений полезных ископаемых, а также для гражданских инженерных сооружений с увеличением глубины представляют собой все более сложную задачу как для застройщиков, проектировщиков, так и для строителей.

Растущие цены на сырье, а также обработка ранее вскрытых месторождений заставляют горнодобывающие концерны осваивать новые месторождения, добыча на которых ранее не могла осуществляться экономически эффективно из-за большой глубины залегания. Данная тенденция требует внедрения новых более эффективных технологий и техники прежде всего в области строительства шахтных стволов, чтобы с одной стороны вообще обеспечить физическую возможность строительства стволов такой глубины, а с другой стороны выполнить строительство экономически эффективно и с минимальными рисками.

Согласно сообщениям книги рекордов Гиннеса и Википедии самые глубокие стволы сооружены в ЮАР на золотых и алмазных шахтах, глубина которых составляет 4500 м, 3900 м и 3777 м. Необходимо отметить, что эти стволы имеют трёхярусные подъёмы, обеспечивающие поэтапную выдачу полезного ископаемого на-гора.

При проходке одноярусных стволов глубиной свыше 1500м возникают серьёзные проблемы: 1) затруднена работа одноконцевых подъёмных установок, что заставляет переходить на применение бадей меньшего объёма; 2) увеличение веса канатной продукции в стволе вынуждает применять для удержания проходческого оборудования лебёдки повышенной грузоподъёмности.

Как эти проблемы решает компания «Тюссен Шахтбау» (Германия), можно увидеть на примере проходки двух сверхглубоких вертикальных стволов на Таймырском полуострове (Россия).

В 2006 г. ОАО «ГМК «Норильский Никель» приняло решение о строительстве вблизи г. Талнах Норильского промышленного района шахт «Верхняя» и «Глубокая» рудника «Скалистый». Частью этого проекта является строительство двух шахтных стволов ВС-10 и СКС-1. Расположенные в тундре севернее Полярного круга, комплексы объектов обоих стволов расположены на расстоянии 2 км друг от друга. В 2011 г. к данному проекту была привлечена немецкая стволопроходческая компания «Тюссен Шахтбау».

В настоящий момент оба ствола находятся в стадии проходки (рис.1). Сооружение наземной части комплексов, состоящих из более чем 30 зданий идет параллельно с проходческими работами. Оба ствольных комплекса и первая очередь выработок подземной части рудника должны быть пущены в эксплуатацию не позднее 2019 года. Срок службы комплексов, заявленный ОАО «ГМК «Норильский Никель», составляет 50 лет.

Строительство стволов ведется диаметром в свету 9,0 м с поверхности и до конечной глубины около 2056,5 м. Вентиляционный ствол ВС-10 представляет собой воздуховыдающий ствол, предназначенный для выдачи породы от проходки горизонтальных выработок (240000 тонн/год), для выхода людей в случае аварии, а также спуска-подъема крупногабаритной техники, оборудования и материалов.

Ствол СКС-1 представляет собой основной продукционный ствол, оснащенный скиповой и клетевой подъемными установками. Согласно целевого задания скиповой подъем должен обеспечивать производительность по выдаче 1,5 млн. тонн руды в год.



Рис.1. - Общий вид строительной площадки ствола ВС-10.

Погрузка породы осуществляется грейфером объемом 1,2 м³ в бадьи объемом 5 м³ и 7 м³(рис.2). Производителем всего проходческого оборудования является фирма OLKO Maschinentchnik GmbH (г. Олфен, Германия).

В забое ствола породные стены крепятся временной крепью, состоящей в зависимости от геологических условий из комбинации анкеров, сетки и набрызг-бетона. В качестве постоянной крепи применяется бетонная крепь из фибро-бетона толщиной от 40 до 60 см, возводимая при помощи опалубки с полка практически независимо от выполняемых в забое работ. Данное обстоятельство позволяет значительно ускорить проходческие работы по сравнению с совмещенной схемой, при которой постоянная крепь возводится в призабойной части. Расстояние от забоя ствола до точки возведения постоянной крепи составляет 25-35 м.



Рис.2. - Погрузка породы в забое ствола.

В верхней части стволов до глубины -138,0 м в области вечной мерзлоты постоянная крепь ствола выполнена чугунными тубингами. Остальная часть стволов закреплена бетонной крепью.

Проходка обоих стволов ведется практически по идентичной технологии буро-взрывным способом с применением 6-лафетного шахтного бурового комплекса, обеспечивающего возможность бурения шпуров глубиной до 5 м.

Значительная глубина стволов предопределила **два важных решения** специалистов «Тюссен Шахтбау», без которых проходка стволов на глубину более 2 км была бы невозможна.

Первое решение – двухконцевые подъёмы. Подъем породы осуществляется двухконцевыми двухбарабанными подъемными машинами производства фирмы OLKO Maschinenttechnik GmbH (г. Олфен) (рис.3) с применением схемы работы 3 бадьями с перецепкой. В этом случае неуравновешенная нагрузка на подъёмы гораздо ниже одноконцевых установок, что позволяет вести работы на данной глубине большегрузными бадьями.



Рис.3. - Машинный зал двухконцевых подъёмных установок.

Подобная конструкция была известна ранее [3], когда полк опирался своими ригельными опорами в лунки крепи для будущих расстрелов армировки. Применение подобной конструкции полка осложнялось необходимостью выполнения очень точной центровки опалубки с закладными под лунки будущей армировки. Специалисты «Тюссен Шахтбау» предложили для опоры полка использовать разрыв в монолитной бетонной крепи высотой 300мм, в который затем устанавливали с верхнего этажа полка расстрелы армировки и заделывали разрыв бетоном.



Рис.4. - Многоэтажный «шагающий» проходческий полк.

Второе решение – «шагающий» полк. Общий вес полка с навесным оборудованием превышал предельную несущую способность обычно применяемых канатов. При увеличении диаметра канатов растет их собственный вес, что приводит к тому, что достижение требуемого запаса прочности каната с учетом собственного веса становится невозможным.

Для решения этой проблемы был применён «шагающий» проходческий полк, передающий основной свой вес на стены ствола.

Разработанный 7-этажный полк (рис.4) в части схемы выполнения работ может сравниться с мощными механизированными проходческими щитами в туннелестроении. При этом проходка идет в вертикальном направлении, а после себя (над собой) оставляет полностью закрепленный и оснащенный ствол.

Постоянная крепь возводится при помощи переставной опалубки, которая обеспечивает высоту заходки бетонирования 4,2 м, при этом между двумя соседними заходками остается зазор высотой 30 см. В соответствии с этими размерами глубина заходки БВР, и длины проводников также приняты равными 4,5 м.

Проходческий полк состоит из двух модулей: несущий модуль, включающий 6-й и 7-й этажи, и рабочий модуль, состоящий из пяти этажей. Оба модуля могут в интервале 40 м независимо друг от друга эксплуатироваться и перемещаться.

Проходческий полк сконструирован таким образом, что перемещение его происходит «шаговым» методом. Только верхний 7-й этаж перемещается при помощи канатов 4 проходческих полковых лебедок. Рабочий модуль, то есть этажи с 1 по 5 перемещаются совместно при помощи пневматических цепных талей, смонтированных на 6 этаже (нижний уровень несущего модуля).

Таким образом, выполняемый при проходке стволов проходческий цикл включал в себя следующие основные операции:

1. Проходческие работы в забое ствола - основной процесс, лежащий на критическом пути:
 - а) буро-взрывные работы;

- b) погрузка породы;
 - c) возведение временной крепи (анкера, сетка, набрызг-бетон).
2. Возведение постоянной бетонной крепи.
 3. Монтаж армировки ствола (рис.5).
 4. Перемещение полка.



Вышеуказанные операции (2,3 и 4) производят с полка и выполняют по большей части одновременно. Темпы строительства (проходка и армирование) стволов ВС-10 и СКС-1 составили 50-60 м/месяц готового ствола.

Рис.5. - Монтаж элементов армировки ствола с верхнего этажа полка.

Вывод:

Разработанный компанией «Тюссен Шахтбау» проходческий полк представляет собой новизну на национальном и интернациональном рынке строительства стволов. Система «шагового» перемещения впервые создает основу для применения проходческих полков для строящихся стволов практически бесконечной глубины.

Библиографический список:

1. Ресурс интернета:<https://www.thyssen-schachtbau.com/ru/component/phocadownload/category/5-projekte-ru?download=85:01-40-44-russ> Thyssen Mining Report 2014/15. – С.40-44.
2. Ресурс интернета: <https://zavodfoto.livejournal.com/5058568.html>
3. Миндели, Э. О. Сооружение и углубка вертикальных стволов шахт / Э. О. Миндели, Р. А. Тюркян. - Москва : Недра, 1982. – 312 с.

Аннотация: описаны результаты внедрения новой технологии проходки глубоких вертикальных стволов компанией «Тюссен Шахтбау» на объектах ГМК «Норильский никель».

Ключевые слова: ствол, проходка, армировка, глубина, полк, бадья, подъём, забой, опалубка, крепь, анкера, сетка.