

СТРОИТЕЛЬСТВО СТВОЛОВ БОЛЬШОГО СЕЧЕНИЯ

Ст. преп. В.А. Бабичев, студ. Адамян К. К., ДонНТУ, г. Донецк

Проходка шахты включает два основных вида работ: выемку грунта и возведение постоянной крепи (обделки).

В зависимости от последовательности выполнения этих работ во времени и пространстве проходка стволов может осуществляться сверху вниз полным сечением или снизу вверх малым сечением с последующим его расширением сверху вниз до полного сечения ствола. При проходке стволов сверху вниз полным сечением применяют следующие схемы: последовательную, параллельную, параллельно-щитовую и совмещенную.

Отдельно выделена проходка стволов шахт большого диаметра (15-25 м и более). Как правило, выбор технологической схемы определяется горно-техническими и горно-геологическими факторами (глубина и диаметр ствола, возможность организации подхода к стволу в нижней его части и на промежуточных горизонтах, характер пересекаемых горных пород и их устойчивость).

Сооружение стволов шахт большого диаметра. Работы по сооружению стволов шахт уравнильных резервуаров и других стволов большого диаметра могут вестись одним из следующих способов:

- при отсутствии подходов к стволу в его нижней части и на промежуточных горизонтах проходка может осуществляться с поверхности в направлении сверху вниз;

- при наличии подходов к стволу в нижней его части - путем проходки восстающих выработок малого сечения с последующим их расширением сверху вниз до полных размеров ствола; при наличии подходов к стволу на нескольких горизонтах по высоте проходка может осуществляться аналогичным способом с каждого горизонта;

- ярусами высотой 6-8 м в направлении сверху вниз при наличии боковых подходов на отметке каждого яруса; при этом разработка грунта его вывозка и возведение бетонной обделки осуществляются аналогично методу сооружения нижнего уступа камерных выработок или туннелей большого сечения.

Сооружение ствола сверху вниз с дневной поверхности начинается с устройства устья ствола открытым способом с погрузкой породы в котловане с помощью экскаватора и транспортировкой ее автосамосвалами по наклонной въездной траншее. После разработки котлована на глубину 10-12 м в нем возводится постоянная обделка устья.

В дальнейшем в зависимости от площади сечения забоя и применяемого оборудования проходка ствола может осуществляться сплошным забоем или уступным забоем. Наличие уступа в забое ствола облегчает выполнение

**Работа выполнена под руководством Бабичева В.А., ДонНТУ*

буровзрывных работ (сокращается число шпуров при последовательном их взрывании отдельными сериями), а также создает условия для частичного совмещения работ по погрузке взорванной породы и обушиванию забоя. Обделку ствола шахты в этом случае целесообразно выполнить из железобетонной анкерной крепи и покрытия набрызгбетоном толщиной 10-15 см. При пересечении сильнотрещиноватых горных пород набрызгбетон следует наносить по арматурной сетке. Поскольку такая обделка возводится вслед за забоем, отпадает необходимость применения временной крепи.

В тех случаях, когда проектом предусматривается монолитная бетонная или железобетонная обделка, ее следует возводить участками 10-15 м по высоте, т.е. применить последовательную схему проходки и возведения обделки ствола.

Недостатком рассмотренной схемы является малая эффективность и сложность организации подъема взорванного грунта на поверхность, а также сложность устройства защитных полков перекрытий ствола, обеспечивающих защиту людей, находящихся в забое.

Наибольшее распространение получила схема сооружения стволов большого диаметра при наличии подхода к нижней части ствола. В стволах шахт уравнильных резервуаров в качестве строительного подхода всегда может быть использован расположенный внизу напорный туннель. В этих случаях работу можно организовать следующими способами:

- с дневной поверхности на месте центральной части будущего уравнильного резервуара сооружается вспомогательный ствол меньшего сечения со сбойкой его с выработками нижнего горизонта;

- с нижнего горизонта из камеры, примыкающей к пройденному туннелю в направлении снизу вверх, в сечении будущего ствола шахты уравнильного резервуара проходятся одна или две восстающие выработки до поверхности.

По завершении этих работ тем или иным способом приступают к расширению пройденных вертикальных выработок до полных размеров ствола шахты. Расширение выработок можно осуществить с применением многоуступного расположения забоя или с помощью наклонных скважин. На рис. 1 показана схема расширения уравнильного ствола уступным способом.

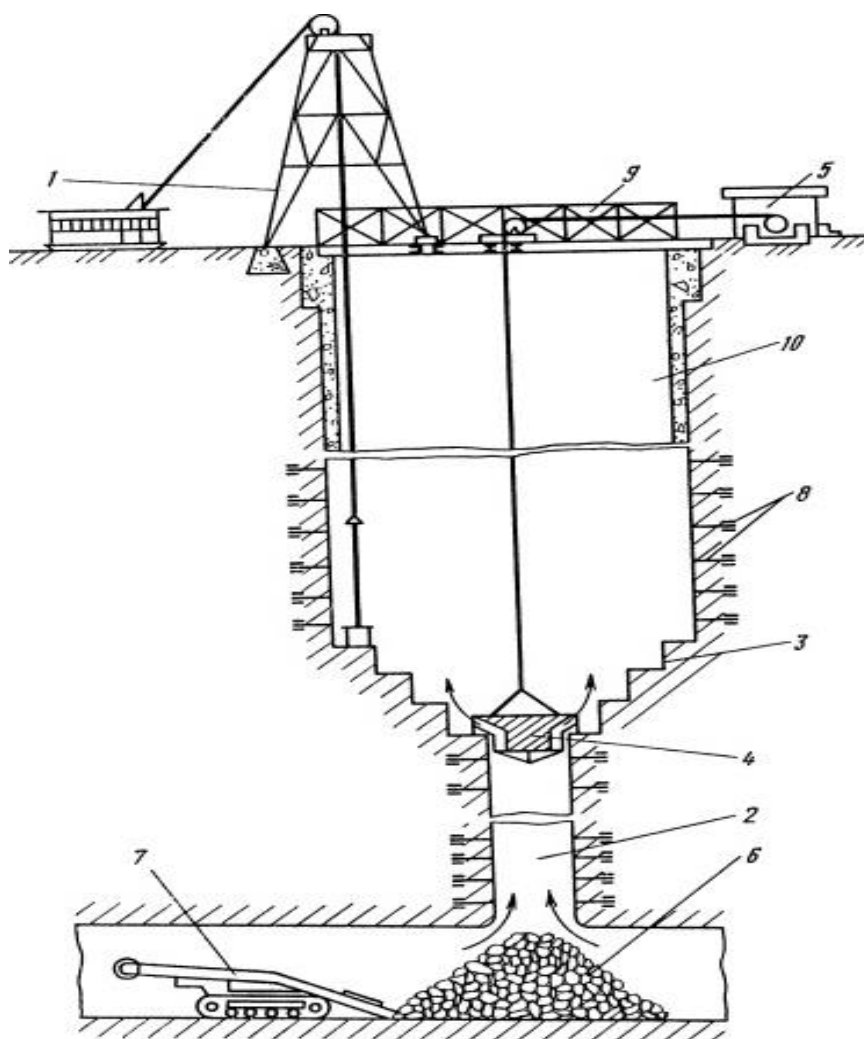


Рис.1 - Схема сооружения ствола шахты большого диаметра при наличии подхода с нижнего горизонта:

1 – проходческий копер и временная подъемная машина; 2 – передовой ствол; 3 – уступный забой ствола; 4 – предохранительная пробка; 5 – лебедка для подвески предохранительной пробки; 6 – сброшенная на нижний горизонт взорванная порода; 7 – погрузочная машина; 8 – временная крепь; 9 – ограждение; 10 – готовый ствол шахты

В варианте многоступенчатого забоя последний расчленяется на четыре-пять уступов; каждый уступ обушивается шпурами, расположенными по концентрическим окружностям. Во время бурения шпуров передовая выработка (породоспуск) перекрывается подвесной предохранительной пробкой, которая перед взрыванием зарядов в шпурах поднимается на безопасную высоту.

В конструкции подвесной пробки предусматривается устройство отверстий для пропуска воздуха (проветривания). Сброшенная в породоспуск порода на нижнем горизонте погружается экскаватором или погрузочной машиной в автосамосвалы или другие транспортные средства.

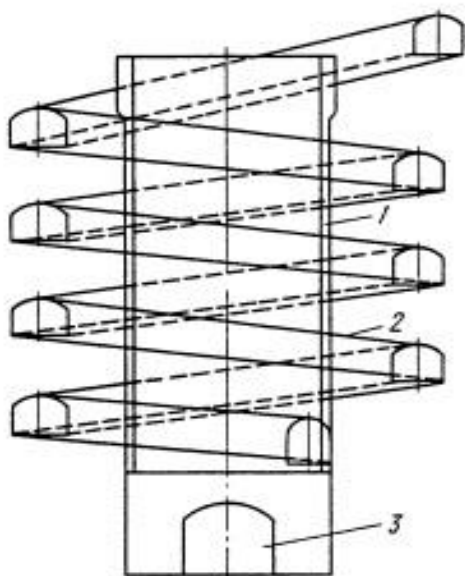


Рис.2 - Проходка ствола большого диаметра с помощью спирального транспортного туннеля:
1 – ствол шахты; 2 – спиральный туннель; 3 – деривационный туннель

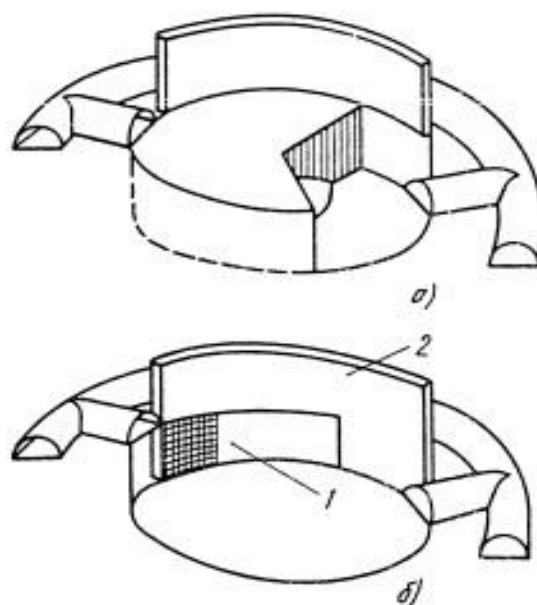


Рис.3 - Разработка породы и возведение обделки в стволе большого диаметра:
а – разработка породы; б – возведение конструкции обделки; 1 – армокаркасы; 2 – инвентарная щитовая опалубка

В варианте с наклонным расположением забоя расширения предусматривается бурение наклонных скважин длиной 7-8 м. Угол наклона забоя принимается не менее 45° . По мере продвижения забоя стволы его закрепляются временной крепью, главным образом анкерной или набрызгбетоном. Постоянная обделка ствола возводится участками 10-15 м по высоте ствола. На время возведения постоянной обделки работы по выемке грунта в стволе прекращаются. Устанавливаются инвентарные металлические леса и опалубки. Подачу бетонной смеси за опалубку можно осуществить с земной поверхности по трубам.

Приведенные выше способы проходки стволов большого диаметра обладают рядом недостатков, основными из которых являются:

- перекрытие ствола большого диаметра требует изготовления металлических ферм;
- сложная и громоздкая конструкция подвесных и предохранительных полков большого диаметра;
- большое количество подъемных машин и лебедок для подвесного проходческого оборудования;
- сравнительно низкие темпы проходки.

Эти обстоятельства вызвали необходимость поисков более эффективных способов проходки стволов большого диаметра.

При рассмотрении возможных схем группой специалистов института Гидроспецпроект было предложено решение, принципиальной основой которого являлась проходка спирального транспортного туннеля вокруг ствола шахты на всю его высоту (рис. 2). Спиральный туннель при этом имеет соединительные выработки со стволом через каждые 6-7 м по высоте.

Такое решение позволяет осуществить проходку ствола большого диаметра высокопроизводительным оборудованием, при этом разработка породы и возведение обделки ведется аналогично проходке нижнего уступа туннелей большого сечения (рис.3).

Этот способ был успешно применен при сооружении ствола уравнительного резервуара Миатлинской ГЭС, который первоначально состоял из шахты диаметром 25 м, глубиной 75 м и трех горизонтальных подземных камер верхнего расположения сечением более 100 м² каждая и общей протяженностью 350 м (рис. 4).

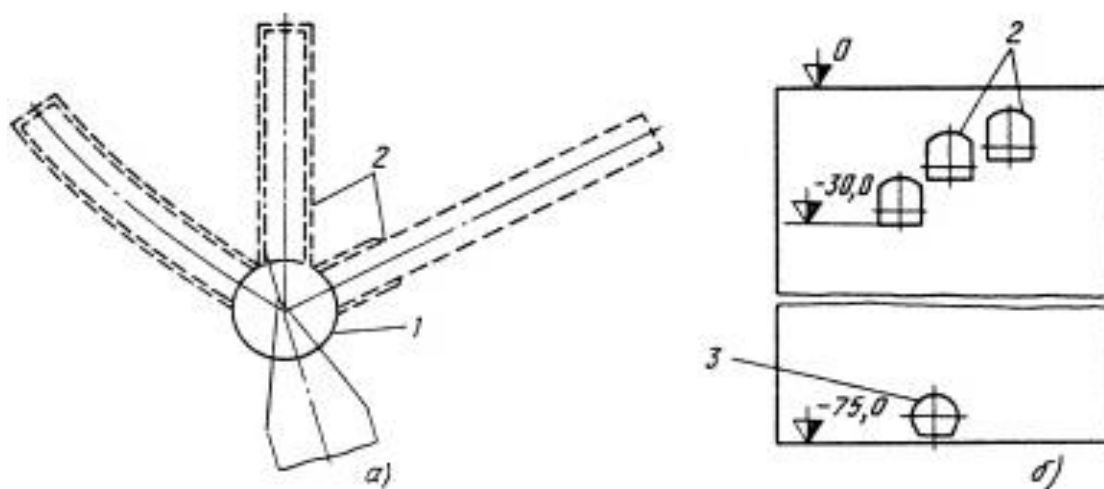


Рис.4 - Первоначальное проектное решение комплекса сооружений уравнительного резервуара:

а – план сооружения; *б* – развертка по продольному разрезу ствола; 1 – ствол шахты; 2 – горизонтальные камеры; 3 – деривационный туннель

С целью внедрения рассмотренного способа горизонтальные камеры верхнего типа были преобразованы в спиральный туннель, расположенный вокруг ствола от отметки устья ствола до отметки сопряжения ствола со сводом деривационного туннеля (рис.5). Наличие большого количества соединительных выработок между спиральным туннелем и стволом шахты позволило включить спиральный туннель в работу уравнительного резервуара как дополнительную компенсационную емкость.

Перед началом проходки ствола шахты по всему периметру была выполнена строчка предварительного откола на глубину 16 м (на два яруса разработки ствола). Строчка гладкого откола выполнялась елочкой, что обеспечивало ее устройство на последующих шестнадцатиметровых участках без специальных ниш по всему периметру ствола. Такое выполнение строчки гладкого откола позволило опирать бетонную обделку на породный массив без устройства специальных опорных венцов. Разработка породы на ярусах выполнялась с применением БВР, в основном методом скважинных зарядов.

При проходке ствола применялось следующее оборудование: буровые станки НКР-ЮОм, ковшовый погрузчик L-34, автосамосвалы МАЗ-5549, спецгидроподъемник МШТС-2ТП, бетон-шприц-машина БМ-68 и др. Обделка ствола выполнялась восьмиметровыми заходками вслед за проходкой каждого яруса. При бетонировании обделки использовались

инвентарная щитовая опалубка, пневмоукладчик АПБУ-2, автокран с телескопической стрелой грузоподъемностью 100 кН.

Сооружение ствола шахты уравнильного резервуара по предложенной схеме позволило отказаться от создания и эксплуатации дорогостоящего и металлоемкого надшахтного комплекса, включающего копер, подъемную машину и группу большегрузных проходческих лебедок.

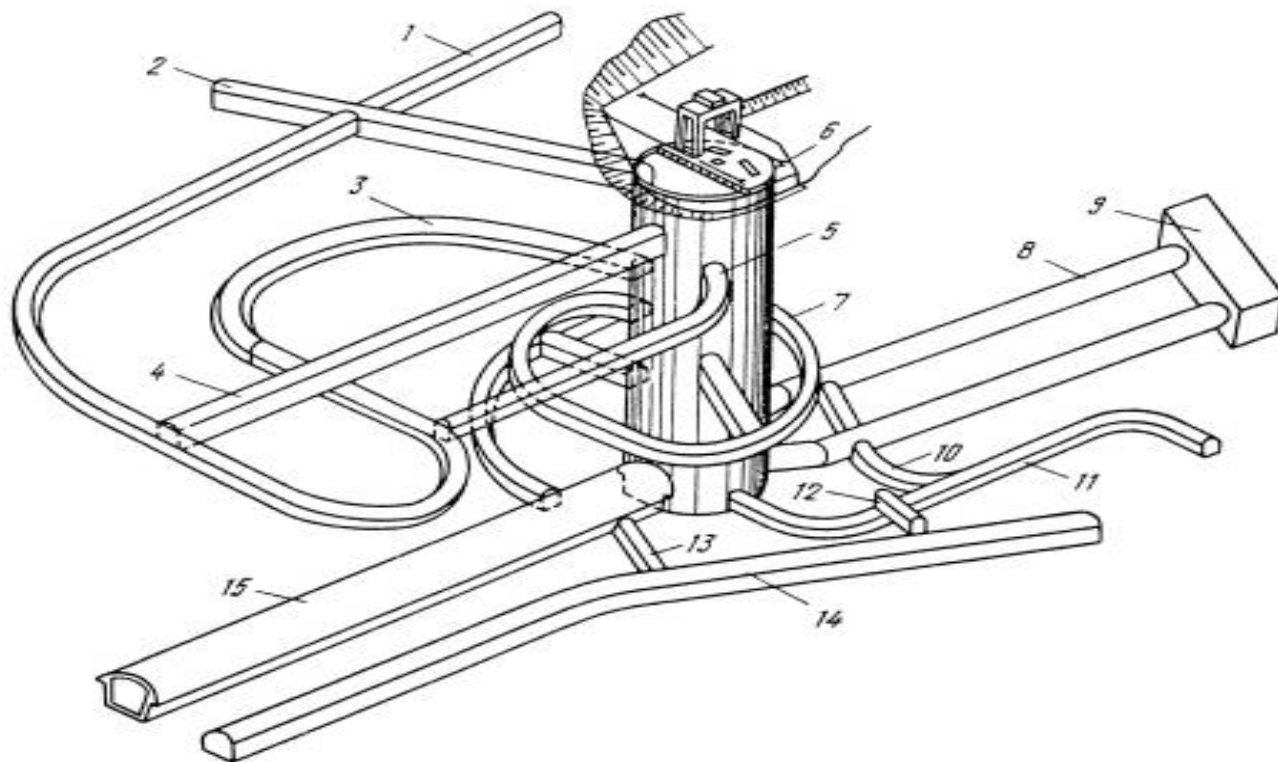


Рис.5 - Принятая компоновка комплекса сооружений уравнильного резервуара:

1 – аэрационная подходная выработка; 2 – камера № 1; 3 – камера № 4; 4 – камера № 2; 5 – камера № 3; 6 – ствол шахты; 7 – спиральная подходная выработка; 8 – напорные водоводы к зданию ГЭС; 9 – здание ГЭС; 10 – подходная выработка № 8; 11 – махачкалинский водопровод; 12 – камера затворов; 13 – подходная выработка № 2; 14 – автодорожный туннель; 15 – напорный деривационный туннель

Библиографический список

1. <http://engineeringsystems.ru/podzemniye-sooruzheniyagidroelektrostanciy/puti-sovershenstvovaniya.php>