

НЕРЕШЕННЫЕ ВОПРОСЫ БУРЕНИЯ ШАХТНЫХ СТВОЛОВ

К. В. КОШЕЛЕВ

Из всех известных в настоящее время способов проведения шахтных стволов только способ бурения механизмирует все основные звенья проходческого цикла и допускает автоматизацию производства.

Способ бурения, как и другие специальные способы проведения выработок, применим в сложных горногеологических условиях (например, больших притоков воды в выработку). Однако по сравнению со способами замораживания и цементации он имеет ряд преимуществ. По этому способу разрушение породы, ее уборка и временное крепление осуществляются параллельно и с помощью механизмов, управляемых с земной поверхности, т. е. ликвидируется наиболее трудоемкая и опасная профессия проходчика вертикальных выработок.

Скорости проведения вертикальных стволов бурением выше скоростей, достигаемых применением других специальных способов, используемых при больших притоках воды (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Способ проведения стволов	Скорость проходки, м/мес		
	1952 г.	1953 г.	1954 г.
Замораживание	21,3	23,9	23,1
Цементация	—	—	29,0
Кессон	15,0	14,8	18,3
Бурение	—	—	50,0*
			37,0

Т а б л и ц а 2**

Способ проведения стволов	Номер шахты	Род крепления	Стоимость 1 лог. м выработки без армировки	
			тыс. руб.	
Цементация	3	Чугунные и железобетонные тубинги	33,1	100
Замораживание	4	То же	32,25	97,4
Бурение	5	Чугунные тубинги	30,65	92,6

* В знаменателе с учетом крепления.

** Составлена по данным Западшахтостроя.

Стоимость 1 пог. м закрепленного ствола, пройденного бурением, ниже стоимости в случае применения цементации и замораживания (табл. 2). Как видно из табл. 3, значительная часть всех расходов падает на стоимость амортизации (38,2%), так как стоимость буровой установки расценена не по ценникам, а по договоренной цене на уникальное оборудование. Поэтому стоимость 1 пог. м стволов, пройденных бурением, в дальнейшем значительно снизится.

Таблица 3

Статья расхода	Зарплата	Материал	Амортизация	Электроэнергия	Прочие прямые расходы	Накладные расходы	Итого
Доля расхода, %	7,8	3,8	38,2	22,4	6,2	21,6	100

Опытное бурение стволов диаметром 6,2 м шахты № 5 Ново-Волынской треста Западшахтострой, пересекающих слабые (мел, мергель) сильно обводненные породы (приток $>700 \text{ м}^3/\text{час}$), выяснило необходимость усовершенствования ряда звеньев процесса. Учитывая данные этих работ, можно с полной уверенностью сказать, что скорость бурения вертикальных выработок 80—100 м/месяц и больше является делом ближайшего будущего. Для этого, в первую очередь, необходимо ликвидировать перерывы в процессе бурения, связанные с неудовлетворительной работой узла очистки раствора, и снизить время производства спуско-подъемных операций.

1. Вопросы глинистого хозяйства. Комплекс глинистого хозяйства опытной буровой установки шахты № 5 (проект ВНИИОМШСа) состоял из: узла глиноприготовления; узла глиноочистки; резервуаров (емкостью 6000 м^3), заполненных глинистым раствором на случай внезапного ухода последнего из ствола в окружающие породы; насосно-компрессорной станции.

Схема приготовления и очистки раствора следующая. Со склада глина в вагонетках подается к транспортерам, при помощи которых производится загрузка глиномешалок. Готовый раствор поступает в приёмный резервуар емкостью 96 м^3 , откуда насосами и частично по сливному каналу подаётся в ствол. Омыв забой, пульпа эрлифтом подается в пульпоотводящий тройник, из которого поступает (по желобу или по трубопроводу) на вибросита, где очищается от кусковатой породы, и желоба, где освобождается от мелких ($< 2 \text{ мм}$) фракций породы за счет уменьшения скорости движения. Из желобов очищенный раствор поступает в резервуар, и цикл повторяется.

Механизмы очистки (вибросита, желоба), рассчитанные на производительность эрлифта до $400 \text{ м}^3/\text{час}$, оказались не соответствующими условиям работы при бурении ствола шахты № 5, когда производительность эрлифта оказалась более $600 \text{ м}^3/\text{час}$, а скорость бурения превысила расчетную в 1,5—2 раза. При этих условиях вибросита не обеспечивали очистки раствора от кусковатой породы, а трубы, транспортирующие в отвал отобранную на виброситах породу, забивались еще более, ухудшая условия работы последних. В результате раствор шел в желоба не очищенным от кусковатой породы, что приводило к быстрому заполнению желобных отстойников и очистка раствора не обеспечивалась. Для предупреждения поступления в ствол неочищенного

раствора приходилось прекращать бурение (табл. 4) или уменьшать его скорость и направлять на очистку желобов и выбросит рабочих буровой бригады.

Таблица 4

Элемент затраты времени	Простои при бурении, час.				
	2/XII. 1953 г.	3/XII. 1953 г.	6/I. 1954 г.	7/I. 1953 г.	8/I. 1953 г.
Производительные затраты времени ¹	13	11,5	16	8	19
Простои	11	12,5	8	16	5
В том числе, связанные с прекращением очистки раствора	6	9	7	9	5

¹ С учетом времени производства спуско-подъемных операций.

Попытка облегчить условия работы очистных механизмов путем устройства в желобах, подающих раствор от тройника к виброситам, породных бункеров, положительных результатов не дала. При очистке бункеров от породы, которая заполняла их в течение 15—20 мин., происходили большие потери глинистого раствора (до 10 м³). В отдельных случаях при очистке одного бункера потери раствора достигали 60 м³ в течение 10 мин.

При бурении скипового ствола шахты № 5 была применена схема очистки амбарного типа. Однако и она не обеспечивала удовлетворительной очистки раствора от мелких и средних фракций породы. В результате раствор попадал в ствол неочищенным, что приводило к увеличению расхода электроэнергии и снижению скорости бурения.

Таким образом, примененные при опытном бурении схемы очистки раствора не отвечали предъявляемым к ним требованиям и снижали производительность буровой установки.

Исследования Механобра по применению для очистки раствора при бурении стволов отсадочных машин, реожелобов, сепараторов и т. п. положительных результатов не дали.

Из анализа данных наблюдений за работой узла глиноочистки в период опытного бурения следует вывод о возможности применения механической очистки с использованием желобов и электроочистки, основанной на свойстве глинистых пород осаждаться на катоде при пропускании через раствор тока. Из этого объема 50% составляют фракции более 10 мм, 35% — от 2 до 10 мм и 15% — от 0,25 до 2 мм.

Используя эти данные, произведем примерный расчет объемов выбуренной породы, которая должна быть отделена от раствора на соответствующих ступенях очистки при следующих условиях: бурение ведется непрерывно на глубину, равную длине буровой трубы 6 м; скорость бурения 1,0 м/час, диаметр выработки 6,2 м. Предполагая, что породная скважина заполнена выбуренной породой, после несложных вычислений находим объем выбуренной породы 174 м³. Из этого объема 20% породы переходит в раствор, следовательно, отделению подлежит 139 м³: на первой ступени очистки 69,5 м³ (около 11,6 м³/час); на второй 49 м³ (8,16 м³/час) и в желобах 20,5 м³ (3,4 м³/час).

Отделение от раствора указанных объемов породы на отдельных ступенях очистки при существующих в обогащательной промышленности механизмах затруднений не вызовет.

Таким образом, трехступенчатая схема (рис. 1) очистки может быть эффективно использована при бурении стволов. Сущность схемы заключается в следующем. Раствор от ствола по верхней ветви 1 желоба идет на первую ступень очистки 2 — вибросито или сито-конвейер с размером

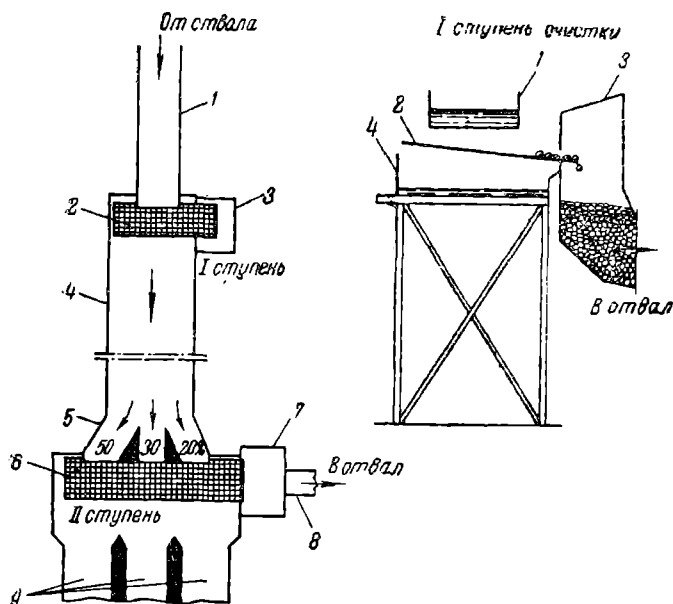


Рис. 1. Схема очистки глинистого раствора:

1 — верхняя ветвь желоба; 2 — вибросита с размером отверстий 7—10 мм; 3 — бункер; 4 — нижняя ветвь желоба; 5 — коллектор; 6 — сито-конвейер с размером отверстий 2—3 мм; 7 — бункер; 8 — трубопровод; 9 — желоба

отверстий 7—10 мм. Порода, отделенная на первой ступени очистки, поступает в бункер 3, откуда автомашинами или конвейером транспортируется в отвал. Очищенный от частиц породы размером более 7—10 мм

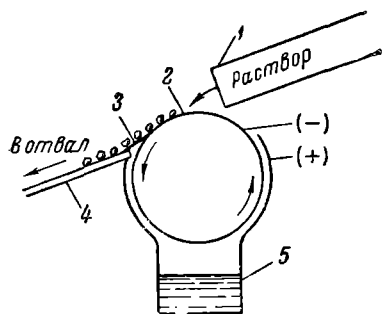


Рис. 2. Схема установки с электроочисткой:

1 — желоб; 2 — сито-барабан; 3 — нож; 4 — транспортер; 5 — приемник

электроочистки (рис. 2) По желобу 1 раствор подается на вращающийся сито-барабан 2 (катод). Частицы глинистых пород осаждаются на барабане, с которого счищаются ножом 3, соединенным с транспортером 4, доставляющим породу в отвал. Очищенный раствор поступает

в приемник 5, откуда идет в сборный резервуар и далее по сливному каналу или при помощи грязевых насосов подается в ствол.

Регулируя размеры конструкции и силу тока, можно обеспечить удовлетворяющую требованиям бурового агрегата пропускную способность электроустановки и качество очистки раствора. Электроочистка целесообразна в случае бурения на естественном растворе, так как применение глинистых растворов в этом случае вызовет увеличение затрат на промывку в 1,5—2 раза вследствие увеличения расхода глины. В частности, из мергеля при механической дезинтеграции можно получить суспензии с дисперсностью, не отличающиеся от глинистых растворов, и имеющие следующие параметры: удельный вес 1,42; вязкость 24 сек.; статическое напряжение сдвига 60 мг/см^2 .

Возможность применения естественных (мергелистых) растворов имеется, например, при бурении стволов на Волынском месторождении ископаемых углей, где они пересекают в основном мергели и мел.

2. Спуско-подъемные операции. Наиболее трудоемкими работами при бурении стволов являются спуско-подъемные операции. Они состоят из наращивания буровой колонны по мере углубления ствола и демон- тажа ее при подъеме рабочего инструмента (долота, расширитель) на земную поверхность. В среднем на производство спуско-подъемных операций затрачивается (табл. 5) 20—25% общего времени бурения, причем 75% этого времени затрачивается на работы по наращиванию буровой колонны, т. е. работы по наращиванию являются основными вспомогательными работами, сокращение времени на которые даст возможность увеличить скорость бурения.

Т а б л и ц а 5

Элемент затраты	Место работы		
	клетевой ствол шахты № 5, % от общего времени бурения	скиповой ствол шахты № 5, % от общего времени бурения	Примечание
Непосредственное бурение	38,9	48,9	Данные по бурению скипового ствола до отметки 196 м
Спуско-подъемные операции	25	21	
Прочие работы и простой	36,1	30,1	

Как известно, работы по наращиванию буровой колонны состоят из: подготовительных операций, непосредственного наращивания и заключительных операций. Непосредственное наращивание — присоединение буровой трубы к колонне — выполняется за 30—35 мин. (рис. 3). Поэтому для снижения времени спуско-подъемных операций необходимо в первую очередь снизить время производства подготовительно-заключительных работ (отсоединение от колонны буровых верхних звеньев — вертлюга, квадратной штанги, тройника — и последующее их присоединение), на производство которых затрачивается от 3 до 4 час. Здесь возможны два пути: совмещение операций и изменение схемы (расположения звеньев) буровой колонны и конструкции бурового оборудования. В первом случае предусматривается совместное снятие квадратной штанги и тройника, что сократит время работ на 35—47 мин. Более рационален, по-видимому, второй путь. Применяемая в настоящее время схема буровой колонны — «крюк — квадратная штанга — тройник» (звенья колонны располагаются сверху вниз в следующем порядке:

крюк талевой системы, вертлюг, квадратная штанга, тройник, колонна буровых труб и т. д.) должна быть заменена схемой «крюк — тройник — квадратная штанга». В этом случае тройник расположен выше квадратной штанги. Однако механический перенос тройника выше квадратной штанги увеличит вибрацию буровой колонны, так как вес звеньев колонны, расположенных выше ротора, увеличится до 11 т. Во избежание этого необходимо снизить вес указанных звеньев, объединив вертлюг и тройник в одну конструкцию (рис. 4).

Предлагаемая конструкция пульпоотводящего вертлюга состоит из корпуса 1 с двумя отводами, к которым присоединяются шланги, отводящие пульпу к механизмам очистки. Сверху корпус закрыт крышкой 2 с двумя подводами для сжатого воздуха. С крюком талевой системы пульпоотводящий вертлюг соединяется сергой 3. Вращающаяся

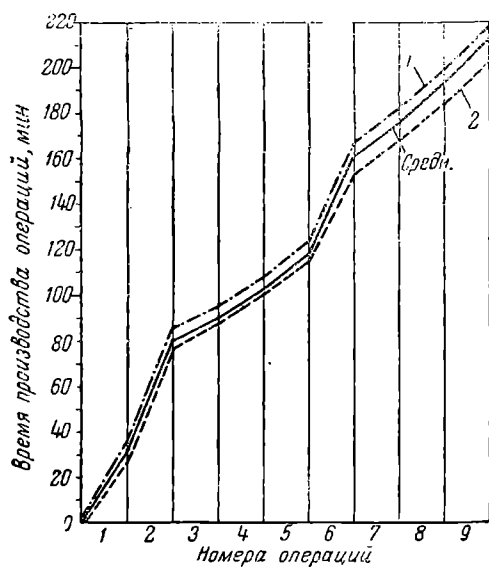


Рис. 3. График выполнения операций наращивания по времени

часть — пульпоотводящая труба — опирается на опорный подшипник 4 и перекрывается сверху металлической крышкой, соединенной с воздушным патрубком 5. С нижней стороны труба снабжена ниппелем 6 для соединения с муфтой квадратной штанги.

В процессе бурения сжатый воздух поступает через подводы в верхней крышке в воздушный патрубок, соединенный с колонной воздушных труб и, выходя из них, образует с раствором и разбуренной породой пульпу, которая по буровой трубе поступает в пульпоотводящую трубу и далее через отводы в корпусе по штангам — к очистке. Для возможности применения конструкции при комбинированной промывке нижняя часть пульпоотводящей трубы изготавливается двухрядной. В корпусе делается два подвода для раствора. Во избежание обрыва шлангов при поломке (засорении) подшипника, последний делается двухъярусным и, кроме того, предусматривается сигнальное устройство (рис. 4).

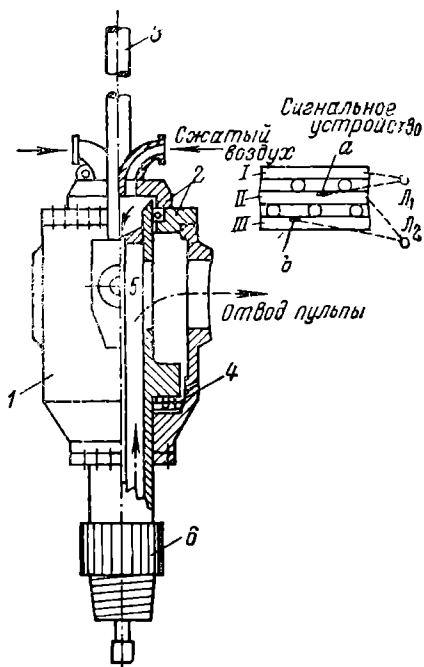


Рис. 4. Схема конструкции пульпоотводящего вертлюга (ПВ-1):

1 — корпус; 2 — крышка; 3 — серга; 4 — опорный подшипник; 5 — воздушный патрубок; 6 — ниппель; I, II, III, — соответственно верхняя, средняя и нижняя полки подшипника; Л₁, Л₂ — лампы (звонки); а — стержень

Для контроля за работой верхнего яруса ток подводится к верхней полке *I* сигнального устройства и изолированному от средней полки стержню *a*, верх которого находится на одном уровне с верхней поверхностью средней полки. При исправном подшипнике происходит перемещение роликов. При накатывании роликов на стержень *a* происходит замыкание, и лампа *Л₁* загорается. В следующий момент происходит скатывание ролика — лампа тухнет. Таким образом, периодическое загорание и потухание лампы будет свидетельствовать об исправности верхнего яруса.

Аналогично определяется исправность нижнего яруса. Такая система сигналов позволит быстро устанавливать неисправность подшипника и принимать меры для предупреждения аварий.

При пульпоотводящем вертлюге схема работ значительно упрощается, так как ликвидируются работы, связанные с удалением и установкой наружных вкладышей ротора, отсоединение и присоединение шлангов к тройнику и работы с тройником. Предлагаемая схема буровой колонны позволит также сократить время наращивания до 35—45 мин. (время процесса рассчитано по времени выполнения отдельных операций, принятом средним из ряда наблюдений за наращиванием колонны в период опытного бурения).

Следует отметить необоснованность применения двухъярусной конструкции бурового оборудования. В этом случае буровые механизмы располагаются на рабочем постаменте (отметка $+12,5$ м), что увеличивает вибрацию и снижает производительность работ.

Вполне возможна одноярусная конструкция оборудования, при которой буровые и вспомогательные механизмы размещаются на платформах нулевой площадки и на специальных фундаментах.
