

УДК 622.25

А.В. Корчак, А.А. Мишедченко, А.В. Кузина

**О ПРОБЛЕМАХ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ
ТЕХНОЛОГИИ ПРОХОДКИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ
СТВОЛОВ В ИСКУССТВЕННО ЗАМОРОЖЕННЫХ
ПОРОДАХ**

Проанализированы причины разрушения замораживающих колонок при строительстве вертикальных стволов с применением искусственного замораживания. Для исключения возможности разгерметизации замораживающих колонок вследствие производства взрывных работ, повышения скорости проходки ствола и обеспечения точности сборки тубинговой колонны, в данной статье приводится альтернативный способ проходки ствола по замороженным породам – при помощи предлагаемого комбайна.

Ключевые слова: искусственное замораживание, горные породы, проходка ствола, породопогрузочная машина.

Существует комплекс горно-геологических условий (высоконапорные подземные воды, неустойчивые породы, повышенное горное давление), при которых невозможно производство строительных и проходческих работ без применения способа искусственного замораживания. В первую очередь, в таких условиях усложняются процессы сооружения основных вскрывающих выработок. В отечественной практике нет ни одного глубокого ствола, проходимого с применением искусственного замораживания более 100 м, на котором не возникали бы те или иные осложнения и даже аварии, такие как деформации тубинговой крепи и ее элементов (свинцовых прокладок, пикотажных швов), поднятие поверхности на десятки сантиметров, что, в свою очередь, ведет к перекоосу копров и разрыву крепи устьев ствола, разрыв замораживающих колонок и следующий за этим прорыв пльвунов

или воды в ствол. Причинами разрушения замораживающих колонок называются следующие:

- деформирование пород и недостаточная прочность труб;
- повреждение колонок при резких перепадах температур, особенно в скважинах с большим искривлением;
- производство буровзрывных работ в непосредственной близости от колонки.

Слабым и наиболее опасным местом в ледопородном ограждении является контакт двух пластов горных пород с разными модулями деформаций, например, там, где чередуется песчаник и глинистые или буроугольные пласты, а также контакт алювиальных и крепких пород. Особенно это характерно в случае залегания в основании алювиальных отложений глины. В результате воздействия внешнего давления на контакте таких пластов происходит скольжение мягких горных пород по поверхности

Таблица 1

Разрыв замораживающих колонок на стволе № 2 ЯПР КМА

№ колонки	Глубина обнаруженного разрыва, м	Дата обнаружения разрыва	Породы в месте разрыва	Отклонение скважины на конечной глубине, мм	Отклонение скважины в месте разрыв	В какую сторону от окружности отклонение ¹⁾
16	308	3.11.1978	глины	2,35	1,10	Внутрь
4	309	9.11.1978	Контакт с песком	1,35	0,20	Наружу
8	309,5	9.11.1978		0,75	0,65	
13	309,5	9.11.1978		1,45	0,30	Внутрь
13 а	309,5	9.11.1978		1,25	0,30	Наружу
11	309,5	9.11.1978				
21	311	11.11.78		2,25	1,4	Внутрь
30	311	11.11.78		3,00	0,2	Наружу
1	375,6	16.12.78	Контакт глины с песком.	1,90	1,0	Внутрь
19	375,5	16.12.78		1,20	0,7	
25	378	18.12.78	Глина	3,50	0,9	
26	378	18.12.78		2,10	0,9	
27	378	18.12.78		0,9	0,8	
10	406	18.01.79		0,35	0,1	
22	407	16.06.79		4,40	0,3	

более крепких. В этих же местах наиболее часто наблюдается и прорыв воды или рассола в ствол. Известны неоднократные случаи, когда контакты неустойчивых и крепких горных пород являлись причиной осложнений при проходке шахтных стволов буровзрывным способом. В частности, упоминания о таких фактах можно найти в работе В.А. Федюкина. Описывая разрывы колонок на стволе №2 БКК № 2, на контактах пород на глубине 270,4 м, автор особенно обращал внимание на переслаивание небольших пропластков алевролита, аргилита и известняка; ниже – переслаивание мергелей и ангидрита. Опасность прорыва воды повышается при применении взрывных работ. Ненадежные места при производстве взрывных работ подвергаются сотрясению и нарушаются в еще большей степени.

Н.Г. Трупаков приводит данные о проходке стволов способом искусственного замораживания на 3-х стволах Яковлевского рудника КМА. Замораживание пород на стволе №2 производилось до глубины 620 м. Ствол №2 с глубины 60 м и до конечной глубины проходил буровзрывным способом, заходками высотой 1,5 м с последующим креплением тубингами. Применение буровзрывных работ никак не проявлялось ни при проходке по известковистым мергелям крепостью по шкале Протодяконова до 4 в замороженном состоянии, ни при проходке в мелах, и только на контакте полностью промороженных песков с галькой и вязкой глиной 3 сентября 1978 на глубине 309 м произошел срез сразу 6 колонок. При следующем взрыве вышло из строя еще две колонки на глубине 311 м.

Затем на глубинах 375,6 м и 376,5 м вышло из строя 3 колонки, потом на глубине 406 м - еще 2 колонки. Сведения о деформированных колонках, приведены в табл. 1.

В последнем столбце приведены уточняющие данные о направлении отклонения колонок. Из приводимой доработанной таблицы следует, что хотя отклонения колонок на конечной глубине были значительными, но в местах разрыва отклонения фиксировались на 0,2–0,8 м, при разрешенном СНиП значении 1,1–1,3 м на соответствующих глубинах.

Как видно из табл. 1, четыре колонки из пятнадцати имели отклонения наружу от центра ствола, величина отклонения 0,2–0,65 м. Следовательно, отклонение колонки внутрь ледопородного контура может являться лишь косвенной причиной разрывов колонок. При этом отметим характерную особенность – случаи деформирования замораживающих колонок приурочены к контактам замороженных песков и глин.

Мы предлагаем рассматривать контакт слоев раздела пород, различающихся различными скоростями прохождения прямых упругих волн, как границу раздела, формирующую отраженные и боковые волны. Тогда физическая суть процесса разрушения замораживающих колонок заключается в формировании отраженными и боковыми волнами от взрывных волн фронта ударной волны, способного разрушить замораживающие колонки.

Поэтому взрывные работы на контакте указанных выше горных пород необходимо производить с большой осторожностью, а в некоторых случаях вообще отменить.

С другой стороны, несмотря на значительный опыт проходки стволов по замороженным породам, фактиче-

ская средняя скорость проходки не превышает 30 м/мес. Что значительно ниже нормативной (41 м/мес.). Одной из главных причин низких скоростей проходки является несовершенство технологии разрушения пород.

Для исключения возможности разгерметизации замораживающих колонок вследствие производства взрывных работ, повышения скорости проходки ствола и обеспечения точности сборки тубинговой колонны, в данной статье приводится альтернативный способ проходки ствола по замороженным породам – при помощи предлагаемого комбайна.

Прежде всего, необходимо остановиться на технологии возведения тубинговой крепи. Обычно проходка ствола и возведение тубинговой колонны производится по последовательной схеме заходками с применением опорных венцов и пикотажных колец. В отличие от рассмотренной технологии, на стволе Ярбо II (Канада) было применено специальное монтажное кольцо фирмы «Фораки» для монтажа тубинговой крепи. Монтажное кольцо выполнялось в форме коробчатой конструкции с конусным поддном под бетонную часть крепи. Зазор в 100 мм между кольцом и породной стенкой уплотнялся резиновыми шинами. Спуск монтажного кольца на каждые 1,5 м производился на канатах.

Предлагаемое нами монтажное кольцо предназначено для сборки на нем тубингового кольца со свинцовыми прокладками. Тубинги очередного тубингового кольца монтируются на верхнем фланце монтажного кольца по его болтовым отверстиям с помощью оправок и монтажных болтов. В вертикальных стыках кольца устанавливаются вертикальные свинцовые прокладки, которые после



Рис. 1. Сегмент монтажного кольца

монтажа всего кольца срезаются за-подлицо с плоскостью тубингового кольца. На верхнюю обработанную плоскость тубингового кольца выставляются горизонтальные прокладки. Монтажное кольцо с собранным на нем тубинговым кольцом с помощью шести 25 тонных домкратов (Рис.2) поднимается на 100 мм к ранее установленному тубинговому кольцу и закрепляется на болтах к забетонированному кольцу тубингов. Такой способ подвешивания колец тубинговой крепи позволит собирать все кольца на одной и той же базе болтовых отверстий с одной и той же точностью всех отклонений, то есть с точностью изготовления кольца $1500^{+0,1}$ мм.

Предлагаемый стволопроходческий комплекс оборудования для проходки стволов способом замораживания в неустойчивых сильно обводненных глинисто-песчаных поро-

дах создан на основе угольного комбайна К101. Стволовой проходческий комплекс предназначен для совмещенного способа проходки и крепления шахтного ствола чугуно-тубинговой крепью с заполнением литой бетонной смесью каждого навешенных колец. При этом, скорость деформирования внешнего контура, даже в самом неблагоприятном случае, не превышает 8-10 см при пучении забоя до 30 см за сутки. Таким образом, исключается заклинивание монтажного кольца, деформирующегося стенкой ствола.

Представленный комплекс оборудования для проходки ствола по совмещенной схеме решает все основные вопросы с разработкой замороженного породного массива, особенно, замороженных глин и мергелей, трудно поддающихся разработке отбойными молотками и БВР. Комплекс решает полную механизацию погрузочных



Рис. 2. Домкраты для монтажного кольца

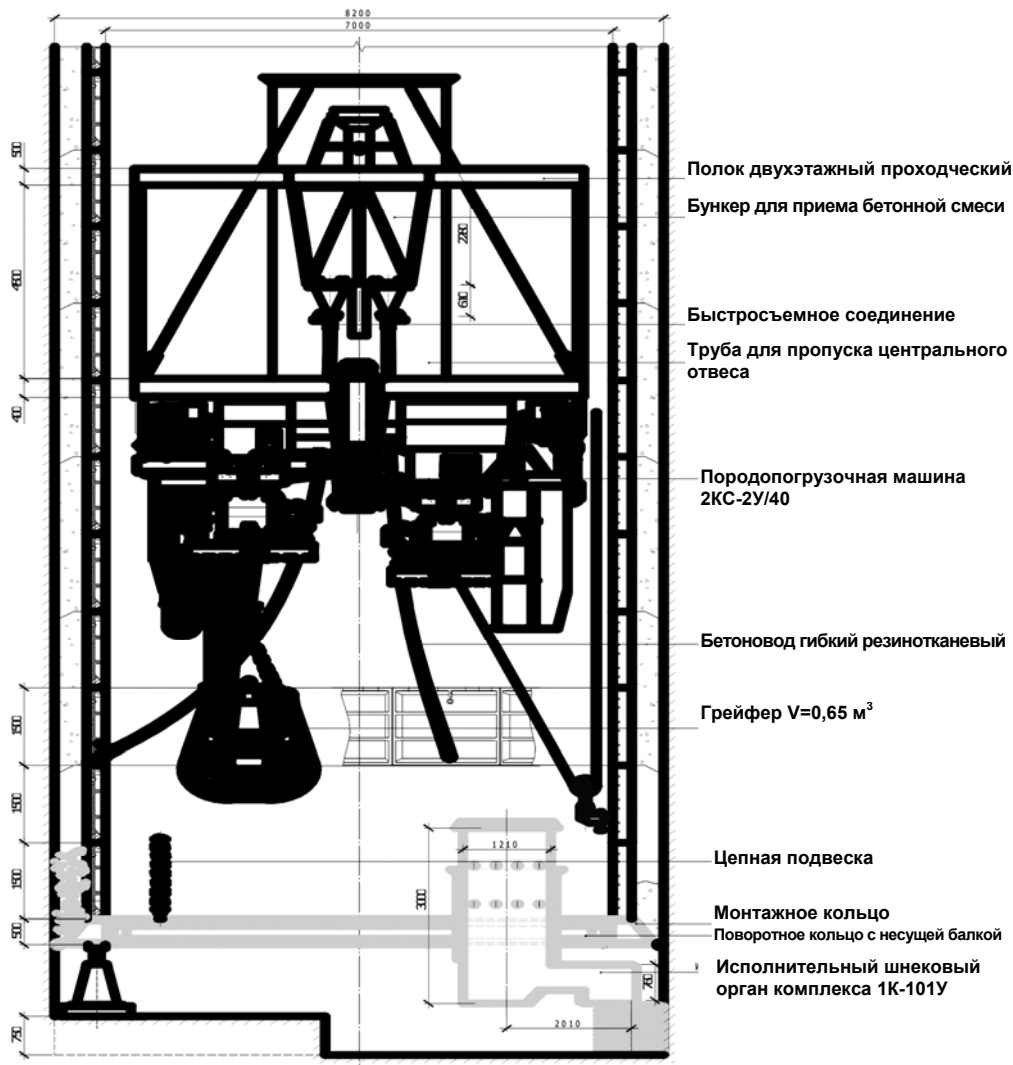
работ, механизированную установку и точную сборку тубинговых колец, индустриальный метод качественного заполнения литой бетонной смесью затубингового пространства.

Породоразрушающий комплекс создан на основе несущего монтажного кольца, в котором свободно вращается поворотное кольцо с несущей балкой. На сегменте поворотного кольца размещаются: шнековый исполнительный орган, способный в реальных производственных условиях разрушать замороженные породы крепостью до $f=3$ по шкале проф. М.М. Протодьяконова, с производительностью до $65 \text{ м}^3/\text{час}$. При снижении скорости вращения барабана, можно разрабатывать пласты песчанников и известняков небольшой мощности до $f=4$ по шкале проф. М.М. Протодьяконова. В качестве механизма перемещения поворотного кольца относительно неподвижного монтажного кольца используется вторая часть комбайна 1К-101 У - цепной механизм подачи, в котором вме-

сто перемещения звездочки по цепи производится перемещение по штырям в монтажном кольце.

Монтажное кольцо перемещается на каждый шаг установки тубингов, кратный 1,5 м на трех канатах лебедок, установленных на поверхности. Сборка монтажного кольца и породоразрушающего комбайна производится с использованием тельферов породопогрузочных машин КС-2У/40. Комбайн с одного положения разрабатывает забой двумя последовательными слоями по 0,75 м. При этом, перемещение исполнительного породоразрушающего органа в центральной и периферийные области забоя производятся путем поворота барабана диаметром 1210 мм, на котором закреплен шнековый орган, разрабатывающий кольцевую штробу диаметром 900 мм. Фиксирование барабана в заданном направлении производится простейшими штыревыми фиксаторами.

Породопогрузочная машина 2КС-2У/40 выполняет две функции:



- механизированная погрузка породы одним грейфером КС-2У/40,

- механизированная установка тубингов при монтаже их в кольцо на верхней плоскости монтажного кольца, в котором точно по окружности просверлены в заводских условиях, совместно с тубинговым кольцом, отверстия для монтажных болтов горизонтального фланца.

Использование одного грейфера комплекса 2КС-2У/40 достаточно в

общем цикле - разрушение породы, погрузка в бады, выдача бадей на поверхность, так как подъем не справляется с большим количеством выдаваемой породы.

Второй тельфер комплекса постоянно используется в качестве тубингоукладчика, в котором заводское прицепное устройство зацепляется за торец поворотной балки, на которой размещен тельфер. К тельферу крепится канат, на него надевается шкив,

на котором закреплена траверса для подъема тубингов. Это позволяет приблизить траверсу почти к месту установки тубинга и, самое главное, снизить скорость подъема тельфера до требуемых величин безопасной установки.

Нахождение машиниста подъема в кабине выше места монтажа обеспечивает полный визуальный контроль подъемных операций машиниста, что исключает возможный травматизм проходчиков.

Спуск бетона до полка может производиться как в бадьях, так и по бетонному ставу, обычно используемому для подачи бетона за опалубку ниже зоны крепления ствола чугунной тубинговой крепью. И в том, и в другом случае, подача литой бетонной смеси через наклонное отверстие М100 тубингов

возможно только из специального бункера по двум гибким ставам диаметром 100 мм в патрубке диаметром 80 мм, вворачиваемые в наклонные отверстия. Соединения гибких ставов труб выполнено с быстроразъемными соединениями. Такая система позволяет очень быстро прочистить ставы, если произошло заклинивание щебенки в ставе. При этом литая бетонная смесь приготавливается на мелком щебне фракций 5-20 мм и использованию суперпластификаторов, для обеспечения подвижности бетонной смеси в пределах 20-22 см и заданных низких водоцементных отношениях плотных бетонов, применяемых в сильно агрессивных средах калийных комбинатов.

Стволопроходческий комплекс обеспечивает темп проходки ствола 3 м/сут.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Трулак Н.Г. Замораживание пород при сооружении вертикальных стволов шахт. М.: Недра 1983.
2. Федюкин В.А. Проходка стволов шахт способом замораживания. Из-во «Недра» М. 1988.
3. Хегельман Й., дипл.инж. Проходка шахтного ствола «Фёрде» способом замораживания. – Глюкауф(русск.изд.) №20, 20 октября 1983 г., с. 10-16.
4. Цейтлин Я.И. О сейсмической опасности взрывов при проходке стволов шахт методом замораживания. В издании Министерства монтажных и специальных строительных работ СССР. Реферативная информация о передовом опыте. Серия V. Специальные работы в промышленном строительстве. Вып.3 (49), 1970 г. 8-11 с.

ГИАБ

Коротко об авторах

Корчак А.В. – профессор, доктор технических наук, ректор,
Мишедченко А.А., Кузина А.В. -
Московский государственный горный университет,
Moscow State Mining University, Russia, ud@msmu.ru

