

## Некоторые вопросы обеспечения герметичности тюбинговой крепи вертикальных стволов рудников в условиях Верхнекамского месторождения калийных солей

*Изложены решения по обеспечению водонепроницаемости тюбинговой крепи вертикальных стволов рудников в сложных гидрогеологических условиях Верхнекамского месторождения калийных солей. Предложена технология разрушения горных пород в забое стволов механизированным способом с применением стволопроходческого агрегата.*

**Ключевые слова:** тюбинговая крепь, тампонажная завеса, гидроизоляционное полимерное кольцо, стволопроходческий агрегат.

A. N. Kuzichkin, S. Yu. Taranzhin

## Some Questions of Arrangement of Mine Shafts Tubing Support Watertightness under the Conditions of Verkhnekamsky Potassium Salt Deposit

*The present paper describes the solutions of providing mine shafts tubing support watertightness under complex hydrogeological conditions of Verkhnekamsky potassium salt deposit. Mechanical rock failure technology with the help shaft sinking combine is declared.*

**Keywords:** tubing support, grouting barrier, water-proof polymer ring, shaft sinking combine.

Опыт строительства и эксплуатации вертикальных стволов на рудниках соляных месторождений позволил выявить несколько основных факторов, существенно осложняющих обеспечение герметичности тюбингово-бетонной крепи. Анализ водопроявлений через тюбинговую колонну после оттаивания искусственно замороженных грунтов показал, что даже при хорошем качестве тюбингов применяемая технология монтажа (по одному тюбингу к колонне) не обеспечивает равномерно обжатия свинцовых прокладок.

В меньшей степени это касается сооружения тюбингово-бетонной крепи звеньями по 25...30 м снизу вверх при последовательной схеме углубки ствола. В этом случае установка как вертикальных, так и горизонтальных прокладок не представляет сложности и позволяет обеспечить минимальные зазоры в местах стыковки отдельных элементов.

Однако при такой схеме не обеспечивается неразрывность тюбинговой колонны. Пикотажные швы являются одним из основных источников поступления воды в ствол. Конструкция тюбингов

с внешними ребрами позволяет отказаться от сооружения опорных колец, что делает нецелесообразной последовательную схему сооружения и крепления ствола. В то же время, качество герметизации горизонтальных и вертикальных швов при монтаже тюбинговой колонны по совмещенной схеме (наращивание колонны по одному сегменту сверху вниз вслед за продвижением забоя) крайне неудовлетворительное в силу сложности обеспечения качественной установки свинцовых прокладок и невозможности равномерного их обжатия. Ликвидация остаточных (после оттаивания горных пород) водопритоков является весьма длительным процессом и достигается за счет многократной цементации пород через тюбинговые тампонажные отверстия и расчеканки свинца в швах.

Эти проблемы решаются при наращивании колонны сверху вниз не отдельными сегментами, а собранными тюбинговыми кольцами (рис. 1).

Кольцо собирается на расположенной на забое монтажной платформе с установкой вертикальных свинцовых прокладок. При этом не возникает

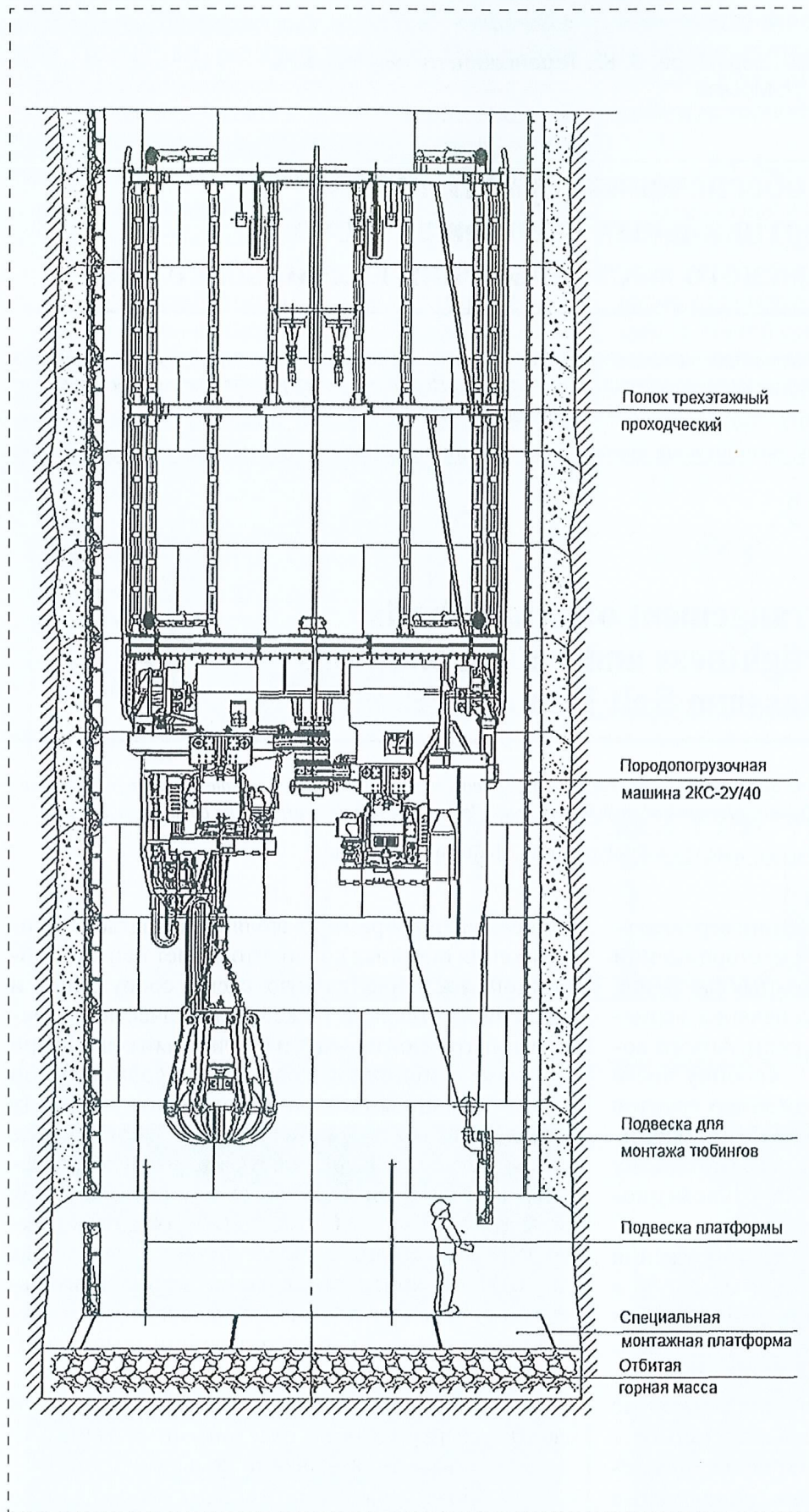


Рис. 1. Сборка тубингового кольца в забое ствола с применением специальной монтажной гидравлической платформы

проблем с зазорами в швах (прокладки устанавливаются с выпусками вверх и вниз и после обтяжки болтов обрезаются) и равномерностью обтяжки прокладок. Монтажная платформа снабжена силовой гидросистемой, которая обеспечивает центрирование и стыковку тубингового кольца с колонной. Обеспечение равномерного обжатия свинцовой прокладки по горизонтальному шву в этом случае не представляет сложности. При такой схеме наращивания колонны герметичность ее определяется в основном качеством механической обработки тубинговых сегментов.

Описанная выше схема монтажа тубинговой колонны длительное время применяется при проходке стволов на медных рудниках Польши и показала исключительно хорошие результаты. Наша компания подготовила проект строительства трех стволов Усольского рудника на Верхнекамском месторождении калийных солей, предусмотрев в зоне водонасыщенных пород сплошную колонну, возводимую по совмещенной схеме с применением монтажной платформы. Разработана необходимая конструкторская документация и изготовлен комплект оборудования и приспособлений для этой технологии. Проектом предусмотрено выполнение работ по тампонажу приконтактной зоны породного контура с бетоном, целью которого является консолидация системы "горный массив—крепь ствола". Тампонаж выполняется после частичного оттаивания за-

крепленного горного массива до нарушения сплошности ледопородного ограждения вокруг ствола. При этом происходит обжатие тубинговой колонны, что предотвращает гидравлический удар и деформацию колонны (и, как следствие этого, ее разгерметизацию) в момент нарушения сплошности ледопородного ограждения. Тампонажные работы и чеканка швов выполняются параллельно с работами в забое ствола.

Одними из наиболее ответственных и сложных инженерных решений для стволов соляных и калийных рудников являются технологии и устройства, предотвращающие поступления пластовых вод по затубинговому пространству в соляные пласты. Традиционно в отечественной практике на всех стволах в водоупорах ниже водоносных горизонтов устраиваются специальные водопреграждающие устройства – кейлькранцы. Конструкция их практически не претерпела существенных изменений с 30-х годов прошлого века. Эти устройства отличаются большой трудоемкостью, не подлежат ремонту и при прорыве воды через них единственным методом прекращения фильтрации является цементация. Сооружение кейлькранцев требует высокой квалификации рабочих и исключительной технологической дисциплины. Однако даже при соблюдении всех этих условий надежность кейлькранцев (а, следовательно, и их целесообразность) многими специалистами ставится под сомнение.

В то же время во многих отраслях (в том числе и в шахтном строительстве) широко применяются для целей герметизации полимерные материалы, вполне удовлетворяющие по своим характеристикам условия работы в водопреграждающих устройствах стволов соляных рудников. Представляется целесообразным предложить комплекс технологических и конструктивных мер для надежного решения рассматриваемой проблемы.

1. В приконтактной зоне нижнего водоносного горизонта и водоупора через тампонажные отверстия тубингов устраивается кольцевая завеса (рис. 2) путем нагнетания быстротвердеющих смесей на основе микроцемента RHEOCЕМ 650 с химическими добавками, регулирующими сроки схватывания. Завеса должна перекрывать по глубине водонасыщенные породы в подошве нижнего водоносного горизонта и зону возможных замкнутых локальных скоплений рассолов в водоупоре. Параметры завесы в горизонтальной плоскости выбираются из условия перекрытия нижней зоны пород, нарушенных при бурении замораживающих скважин. Технология устройства таких водопрег-

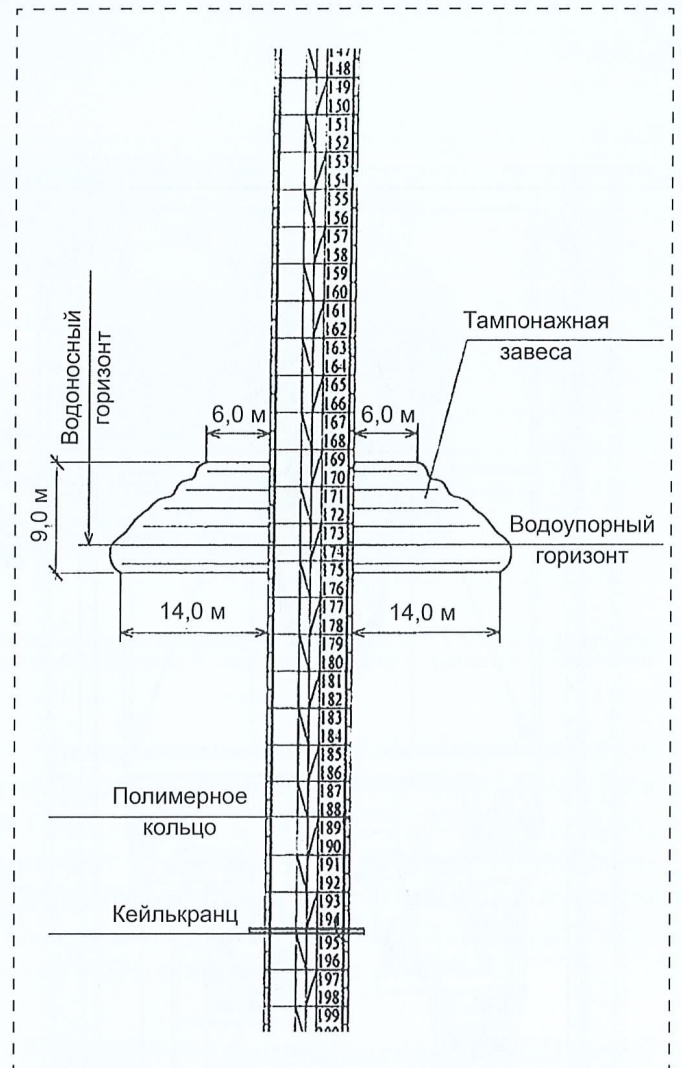


Рис. 2. Расположение водопреграждающих устройств в стволе

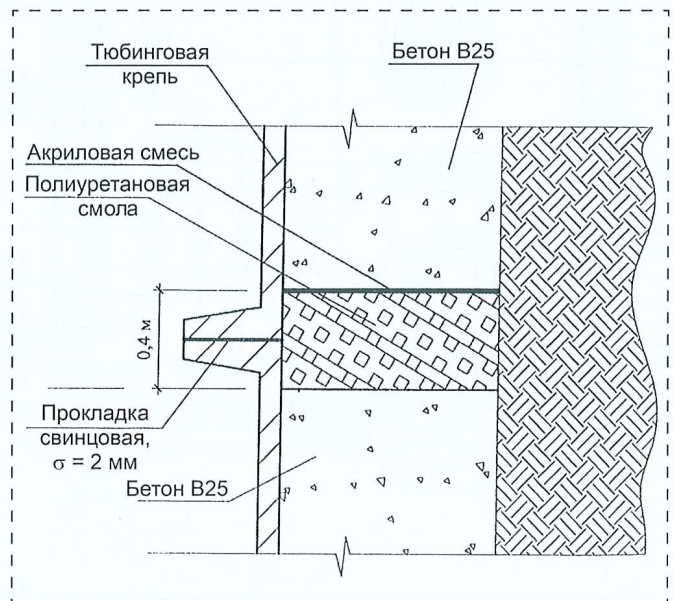


Рис. 3. Гидроизоляционное полимерное кольцо

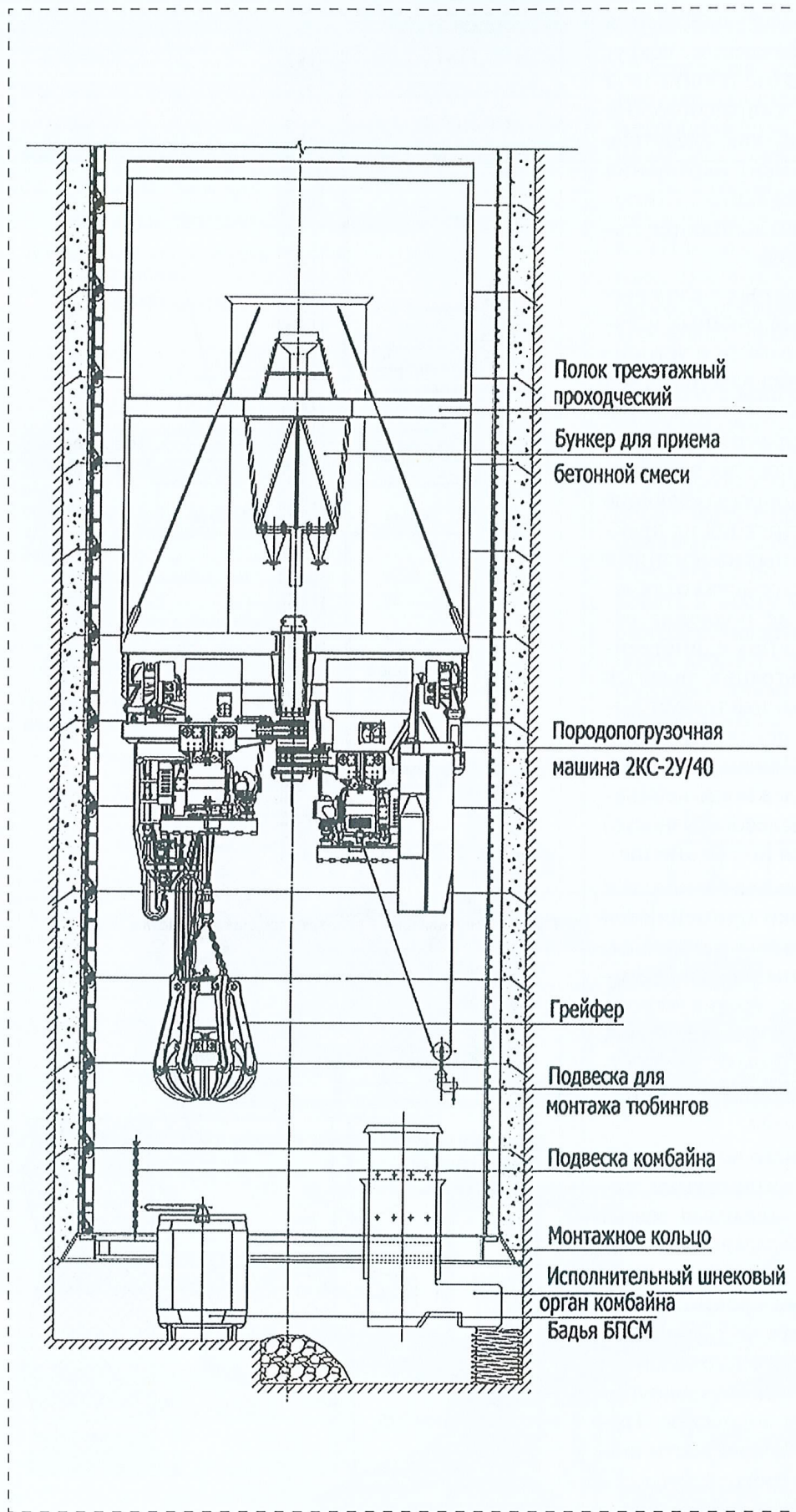


Рис. 4. Механический способ разрушения пород при проходке ствола

раждающих завес известна и апробирована в шахтном строительстве (например технология концерна "BASF").

2. В водоупоре ниже водоносных горизонтов и ниже тампонажной завесы устраивается водопреграждающее кольцо в зазоре между тубинговой колонной и породным контуром (рис. 3). В качестве изолирующих материалов применяются полиуретановая смола MEYCO MP 355A Thix и акриловые смеси. Надежность подобных решений апробирована еще в середине прошлого века при герметизации скважин большого диаметра американской химической компании "DOW". Для устройства полимерных водопреграждающих колец на стволах рудника Усольского комбината в проекте мы воспользовались технологией "BASF".

3. Поскольку на стволах в отечественной практике предложенные выше решения не апробированы, выполненным нами проектом предусмотрено устройство традиционного кейлькранца, который располагается в водоупоре ниже полимерного кольца.

4. Существенным осложняющим фактором при решении проблемы предотвращения фильтрации воды по закрепленному пространству является образование технологических трещин в горном массиве при разработке пород буровзрывным способом. В практике отечественного шахтостроения порода в зоне расположения кейлькранцев разрабатывается механическим способом (отбойными молотками). Польская шахтостроительная компа-

ния "РеВеКа" проходку ствола в породах крепостью до 5 единиц по шкале проф. М.М. Протодяконова осуществляет комбайновым способом (рис. 4), что вполне приемлемо в условиях Верхнекамского месторождения в соляно-мергельной и соляной толщах (для рудника Усольского комбината с глубины 180...200 м).

В сотрудничестве с польской проектно-конструкторской компанией "СиргумПроект" и Скуратовским опытно-экспериментальным заводом наша компания организовала разработку конструкторской документации на такой комбайн, адаптированный под технологические особенности и нормы безопасности при строительстве стволов в условиях газоопасной рудничной атмосферы.

Конструкция комбайна претерпела существенную модернизацию в части гидросистемы, систе-

мы диагностики и управления. В настоящий момент на Скуратовском опытно-экспериментальном заводе ведутся изготовление и подготовка к опытной эксплуатации комбайна.

На наш взгляд применение комбайна для разработки забоя позволит не только механизировать процесс разработки породы, но и существенно повысить надежность гидроизоляции толщи соленосных отложений вследствие отсутствия нарушения сплошности забоя и повышения качества обработки его поверхностей.

Дополнительно отметим, что отказ от буровзрывного метода разработки позволит сократить технологические простои, связанные с оконтуриванием забоя ручным способом, а также снизить расход тампонажного материала для заполнения избыточно разрушенных объемов.

УДК 622

Д. П. Бессолов, менеджер по маркетингу,  
ООО "ИЦПС "ИТЭП", г. Тула,  
300045, г. Тула, Новомосковское шоссе, 36

## Опыт эксплуатации установок управляемого бурошнекового бурения типа УМТ, выпускаемых ООО "СОЭЗ"

*Описан опыт эксплуатации установок управляемого бурошнекового бурения, выпускаемых ООО "СОЭЗ".*

**Ключевые слова:** управляемое бурошнековое бурение, подземная прокладка трубопроводов, система наведения, пилотная труба.

D. P. Bessolov

## Operating Experience of LLC "SOEZ" Manufactured Directionally Controlled Thrust Boring Machines Type УМТ

*In article experience of operation of LLC "SOEZ" manufactured directionally controlled thrust boring machines is described.*

**Keywords:** directionally controlled thrust boring, underground pipe installation, measuring technology, pilot pipe.

Бурошнековое бурение применялось достаточно широко в бывшем СССР. Этот способ реализовывался большими установками, применяемыми для прокладки стальных или железобетонных труб. В то же время за рубежом была создана техника для бурошнекового бурения, способная работать в стесненных городских условиях и имею-

щая систему наведения для контроля направления прокладки.

Знакомство с техникой отечественных специалистов и руководителей предприятий, занятых в сфере подземного строительства, произошло в 1997 г. в Гамбурге (Германия) на 5-й Международной конференции по подземной прокладке тру-



# БЕЗОПАСНОСТЬ труда в промышленности

№ 8  
2013

Ежемесячный научно-производственный журнал [www.btpnadzor.ru](http://www.btpnadzor.ru)

ISSN 0409-2961



25 августа  
*День шахтера*

## Механизированный способ проходки вертикальных шахтных стволов на месторождениях калийных солей



**И.В. Загвоздкин,**  
зам. нач.  
межрегионального отдела

Западно-Уральское  
управление Ростехнадзора



**А.В. Чагинов,**  
зам. нач. управления

ООО «ЕвроХим – Усольский  
калийный комбинат»



**А.Н. Кузичкин,**  
зам. ген. директора

ЗАО «Объединенная горно-строительная компания»



**С.А. Кисиличин,**  
инженер

Применение механизированного способа проходки вертикальных стволов в замороженных породах позволяет повысить надежность тубинговой крепи, обеспечить безопасные условия работ при строительстве стволов за счет сохранения целостности ледопородного ограждения и исключения сейсмического воздействия на приконтурный горный массив.

*Use of mechanized method of vertical shafts sinking in the frozen rocks allows for increasing the reliability of tubing support, ensuring safe working conditions at construction of shafts by keeping the integrity of the ice wall and eliminating seismic effect on the edge massif mass.*

**Ключевые слова:** вертикальный ствол, стволопроходческий агрегат, механизированная разработка пород, безопасность работ, замораживание пород, тубинговое кольцо.

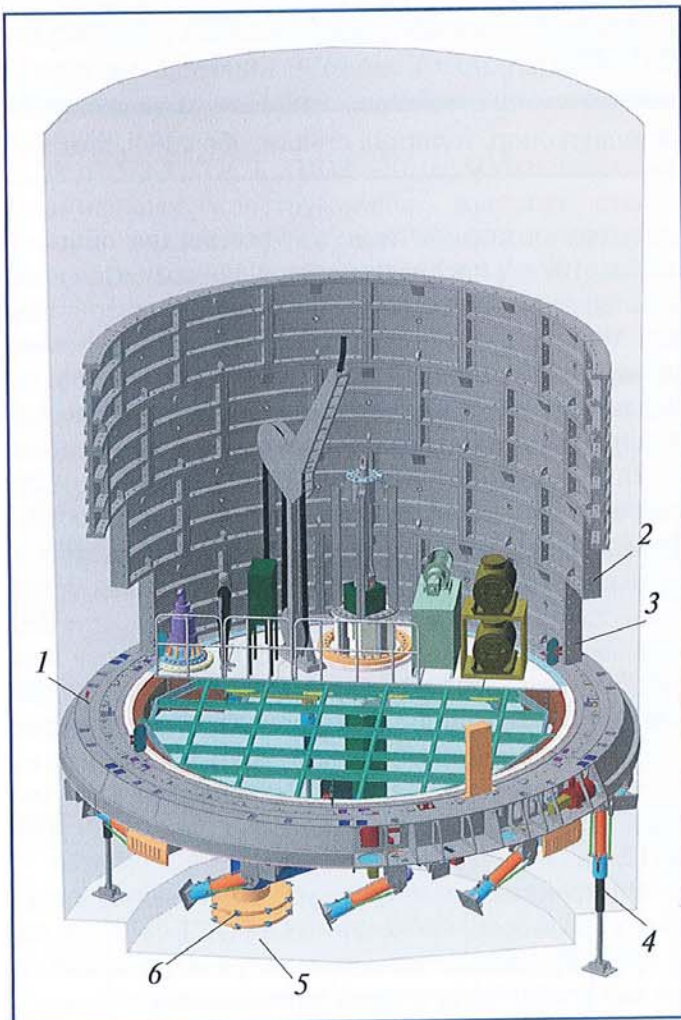
Проходка вертикальных стволов на Верхнекамском месторождении калийно-магниевых солей (ВКМКС) осуществляется с применением специального способа — замораживания пород в зоне водоносных горизонтов на глубину до 300 м. Одна из наиболее сложных задач, при традиционном (буровзрывном) способе проходки стволов — обеспечение целостности замораживающих колонок вокруг них [1, 2]. Из практики известны случаи затопления стволов из-за нарушения герметичности ледопородного ограждения в результате сейсмического воздействия взрывной волны. Другая проблема — сохранение сплошности приконтурного породного массива в зоне водоупора, особенно в месте возведения водопреграждающих устройств, так называемых кейлькранцев [3, 4]. Эффективным средством решения вышеуказанных проблем может быть применение механизированного способа разрушения горных пород специально разработанными для этой цели агрегатами (комбайнами).

Использование комбайнового способа при строительстве стволов в замороженных породах обеспечивает их проходку строго в пределах проектного контура, при этом в приконтурном горном массиве технологической нарушенности практически не образуется. Все это, в совокупности с водопреграждающими устройствами, повышает надежность гидроизоляции ствола.

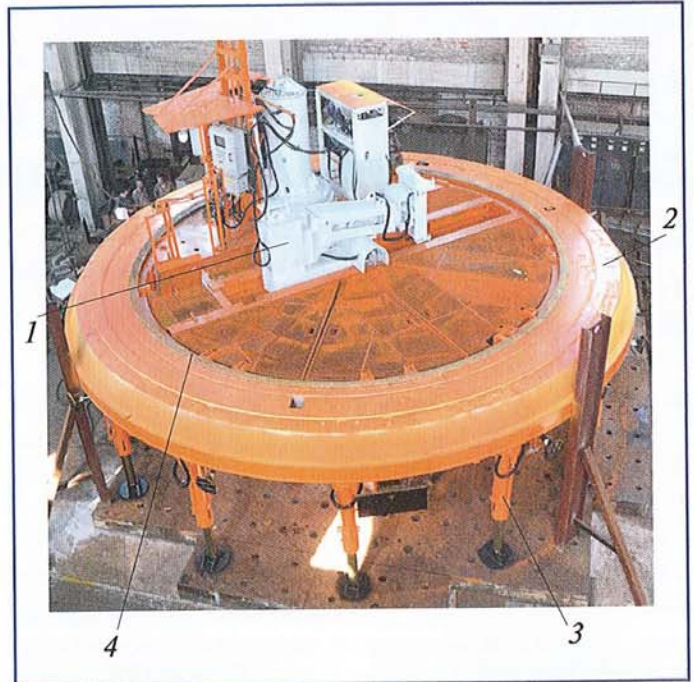
Для проходки клетового ствола (диаметр в свету 8 м) на Палашерском участке ВКМКС специалистами ЗАО «Объединенная горно-строительная компания» (г. Москва) и ООО «Скуратовский опытно-экспериментальный завод» (г. Тула) в 2012 г. разработан и изготовлен опытный образец стволопроходческого агрегата АСП-8,0. Конструктивное его исполнение позволяет выполнять в стволе механическое разрушение породы и монтировать тубинговую крепь.

При разработке АСП-8,0 особое внимание было уделено обеспечению безопасной его эксплуатации. Основные элементы агрегата: круглая платформа,

опирающаяся гидродомкратами на забой ствола и обеспечивающая монтаж на ней тубинговых колец и последующую стыковку их с тубинговой колонной, и телескопическая штанга с рукоятью и шнековой фрезой, позволяющей разрушать горную породу механическим способом (рис. 1). Агрегат не имеет подвески на канатах, может работать как пристыкованным к тубинговой колонне, так и в автономном режиме, опираясь домкратами на забой ствола, что дает возможность проходки участков ствола в районе кейлькранцев и сопряжений. Отсутствие канатной подвески существенно повышает безопасность работ в стволе. Тубинговую крепь монтируют непосредственно с платформы агрегата, при этом элементы настила находятся в закрытом положении, и персонал может свободно перемещаться по нему. Применение гидравлического тубингоукладчика, смонтированного на АСП-8,0 (рис. 2), позволяет снизить трудоемкость монтажа тубингов и повысить безопасность монтажных работ. Нахождение трудящихся на забое предусмотрено только во время сервисного обслуживания агрегата.



▲ Рис. 1. Объемная модель стволопроходческого агрегата АСП-8,0:  
1 – платформа; 2 – тубинговая колонна; 3 – тубинговое кольцо; 4 – гидродомкрат; 5 – забой ствола; 6 – телескопическая штанга с рукоятью и шнековой фрезой



▲ Рис. 2. Стволопроходческий агрегат АСП-8,0:  
1 – гидравлический тубингоукладчик; 2 – платформа;  
3 – гидродомкрат; 4 – настил

Сборка тубинговых колец на платформе агрегата обеспечивает качественную установку и равномерное обжатие свинцовых прокладок, что существенно повышает герметичность тубинговой крепи. Тубинговую колонну наращивают последовательно сверху вниз, тем самым обеспечивают ее неразрывность и отсутствие пикотажных швов. Стволопроходческий агрегат АСП-8,0 выполнен во взрывобезопасном исполнении, что дает возможность проходить вертикальные стволы в условиях газового режима.

Применение АСП-8,0 для проходки и крепления ствола позволило снизить долю ручного труда, обеспечить при хорошем качестве крепи темпы проходки ствола около 60 м/мес, что значительно выше достигнутых ранее результатов при традиционной отечественной технологии. Отсутствие необходимости применения буровзрывных работ при проходке ствола позволило не только сохранить целостность ледопородного ограждения вокруг него, но и повысить общий уровень безопасности работ.

#### Список литературы

1. Шахтное и подземное строительство/ Б.А. Картозия, Б.И. Федунец, М.Н. Шуплик и др. — М.: Изд-во Академии горных наук. — 2001. — Т. 1. — 607 с.
2. Строительство стволы шахт и рудников/ Н.С. Болотских, Н.А. Бондаренко, П.П. Гальченко и др. — М.: Недра, 1991. — 516 с.
3. Ольховиков Ю.П. Крепь капитальных выработок калийных и соляных рудников. — М.: Недра, 1984. — 238 с.
4. Покровский Н.М. Проходка и углубка стволы шахт. — М.: Недра, 1967. — 244 с.

kisilichin@ogsk.ru