



## ПРОВЕДЕНИЕ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК В ЗОНАХ ТЕКТОНИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ

*Шомуродов Ш. М*  
Ташкент, ТашГТУ

**Abstract:** В статье рассмотрены при подземной добыче полезных ископаемых на горнодобывающих предприятиях. Рассмотрены физико-механические свойства горных пород при проходке горизонтальных вскрышных и подготовительных выработок, а также проведение технология горных выработок в зонах тектонических разломов.

**Ключевые слова:** горных выработок, геологических нарушений, руда, буровзрывные работы, крепления.

Прохождение горных выработок в тектонически нарушенных подземных шахтах в сложных условиях до сих пор остается одной из актуальных проблем. При этом большой объем горных выработок проходится в зонах геологических нарушений на удароопасных участках. На состояние массива горных пород в районе выработок оказывают большое влияние, кроме напряжений, объема выработанного очистного пространства и т.п., также наличие зон тектонических нарушений, где в выработках различного назначения наблюдается обрушение горных пород, вспучивание почвы, искривление железнодорожных путей при толчках, микроударах, ударах и ударах горнотектонического типа. В связи с этим задача проведения и крепления выработок в зонах тектонических нарушений, даек, контактов руд и пород в условиях отработки удароопасных месторождений при высоких горизонтальных напряжениях в массиве актуальна и имеет важное научное и практическое значение.

В работах Турчанинова И.А., Трушко В.Л., Пасиченко Ю.К., Сафронова В.Г., Краюхина С.Г., Микулина Е.И. подтверждена рациональность применения полигональных форм поперечного сечения выработок при неравнокомпонентном поле напряжений. При горизонтальном направлении максимальных главных напряжений рекомендуется симметричная шатровая форма, при наклонном не симметричная шатровая форма сечения со смещением вершины шатра от оси выработки на 15-25°, секторная и др.

Неровности контура выработок вызывают дополнительную концентрацию напряжений, что может явиться причиной динамических проявлений горного давления. В работах Протесе ни А.Г. аналитическим методом установлено, что концентрация динамических напряжений вокруг выработок различного очертания с неровным контуром в 2-3 раза выше по сравнению с гладким контуром.

Исследования напряженно-деформированного состояния массива пород вокруг выработок сложной геометрии контура поперечных сечений проводились методом конечных элементов, реализованным в варианте метода перемещений. Использовались алгоритм и программа решения двумерной задачи механики сплошных сред, в которой задаются геометрия контура выработки и деформационные параметры массива пород. Задача решалась при различных соотношениях главных горизонтальных и вертикальных напряжений, высоты и ширины поперечного сечения выработок.



Проходка выработок в сложных горно-геологических условиях требует применения специальных способов. Специальные способы применяют в неустойчивых породах; в крепких, но сильно пористых и трещиноватых, дающих при их прохождении большой приток воды. В зависимости от основного мероприятия или конструктивного решения эти способы подразделяются на следующие виды:

- способ ограждающих крепей, водопонижение, проходка под сжатым воздухом, замораживание, тампонаж (включая химическое закрепление), уплотнение пород энергией взрыва, бурение стволов и скважин большого диаметра. 15 – 20% от общей протяженности в год проходят стволы специальными способами.

Способ ограждающих крепей в свою очередь подразделяется на способы:

- забивной крепи, опускной крепи.

Забивная крепь применяется при проходке стволов через неглубоко залегающие рыхлые или плавучие породы небольшой мощности. Сущность: устье ствола проходится обычным способом; не доходя 0,5- 0,7 м до кровли неустойчивых пород, проходка приостанавливается и в забое укладывают горизонтально два концентрических кольца из швеллера. Между ними забиваются сосновые или дубовые доски, нижние концы которых заострены, или металлические пластины (шпунтины) по периметру выработки вручную, пневмо- или дизель-молотками. После забивки свай порода из забоя вынимается и устанавливаются раскрепляющие металлические кольца или деревянные рамы (если ствол прямоугольной формы).

Опускная крепь представляет собой крепь, погружающуюся в водоносную неустойчивую породу в виде жесткого цилиндра под влиянием собственной массы или внешней нагрузки (принудительное спускание) (домкратами). Цилиндр выполнен из кирпича (при небольшой глубине), монолитного бетона, железобетона, металлических тубингов (при большой глубине). Устья ствола проходят обычным способом. Не доходя 1-1,2 м до кровли водоносных пород, работы приостанавливают и приступают к возведению опускной крепи, а затем к её опусканию через водоносную породу. По мере опускания крепи внутри неё производят выемку пород.

Для облегчения внедрения опускной крепи в породу, применяют режущие башмаки, их изготавливают отдельными сегментами литыми из металла.

В последние годы применяется погружение опускной крепи в тиксотропной рубашке. Суть метода заключается в том, что пространство между наружной поверхностью опускной крепи и породой, образующее в результате применения уступного режущего башмака, заполняется глинистым раствором. В результате значительно снижаются силы трения боковой поверхности опускной крепи о породу.

Скорость прохода в тиксотропной рубашке – 18-30 м/мес.

Скорость прохода обыкновенной опускной крепи – 10-12 м/мес.

Способ стена в грунте заключается в том, что первоначально по контуру выработки на всю глубину заложения отрывают траншею шириной 0,4-1 м. Удержание стенок от обрушения производится глинистым раствором, который заполняет всю траншею доверху. Затем траншея заполняется бетонной смесью, которая вытесняет глинистый раствор. Под защитой бетонного ограждения производится разработка грунта внутри сооружения.



Способ водопонижения заключается в том, что вокруг будущего ствола пробуривается несколько скважин, через которые откачивают воду насосами. В результате такой откачки в течение определённого времени образуется так называемая депрессионная воронка ABCD, внутри которой породы оказываются осушенными и проходка ствола может вестись обычными способами. Вокруг ствола диаметром в проходке  $D_{\text{пр отв}}$  по окружности диаметром на 3-4 м больше  $D_{\text{пр отв}}$  бурятся 3- 6 скважин диаметром 300-500 мм. Скважины на уровне водоносных горизонтов оборудуются фильтрами, если они проходят в среднезернистых и мелкозернистых породах во избежание выноса с водой частиц породы.

Фильтры:

- сетчатые – медная или латунная сетка с отверстиями 0,1-1 мм,
- гравийные – засыпают гравий крупностью 2-8 мм, если в воде большое содержание мелких частиц породы.

Способ проходки стволов шахт с искусственным водопонижением в крепких породах и в слабых породах, если водоносный пласт однороден и состоит из среднезернистого или крупнозернистого песка и гравия.

Неблагоприятными условиями для водопонижения является чередующиеся залегания водоносных и водоупорных пластов, мелкозернистость грунта, примеси глины и органических веществ. В этих условиях понижение уровня подземных вод происходит весьма медленно.

Способ замораживания заключается в создании вокруг будущего ствола шахты с помощью низких температур ледопородного ограждения которое выполняет роль временной водонепроницаемой крепи, защищающей горную выработку от проникновения воды или плывуна. Для этого вокруг ствола бурят скважины, в которые спускают два остова труб, входящий один в другой. По внутренним трубам (питающим) в скважину поступает охлаждённый раствор, который затем поднимается по кольцевому пространству между питающими и наружными (замораживающими) трубами, охлаждая окружающие породы. При длительном нагнетании в замораживающие колонки охлаждающих растворов вокруг них постепенно образуются цилиндры замороженных пород, которые через некоторое время смыкаются, образуя вокруг ствола сплошной ледопородный цилиндр.

Охлаждающий раствор (хладоноситель) охлаждается на замораживающей станции до низких температур – 243-253 К. Хладоноситель отнимает тепло у окружающей скважины водоносных пород и возвращаются на замораживающую станцию (охлаждающий раствор – рассол – это чаще всего водный раствор хлористого кальция).

Ледопородное ограждение поддерживается в замороженном состоянии до тех пор, пока не будет закончена проходка горной выработки. Крепление ствола при проходке таким способом (замораживанием) производят бетоном, железобетоном и металлическими тубингами. Наибольшее применение получила бетонная и металлическая (тубинговая) крепи. При приготовлении бетона вводятся различные добавки (хлористый калий, хлористый натрий и др.), дающие возможность бетону приобрести необходимую прочность и водонепроницаемость в условиях отрицательных температур. Когда горнопроходческие работы закончатся, и будет возведена прочная водонепроницаемая крепь, замораживание прекращают и ледопородное ограждение тает и исчезает (естественный способ оттаивания). Также, чаще всего, используют искусственный способ



оттаивания: температура рассола поднимается на 1-2° в сутки и доводится постепенно до 20-25°. После оттаивания пород демонтируют замораживающую станцию и извлекают замораживающие трубы, а скважины заполняют тампонажным раствором.

Таким образом, проходка ствола способом замораживания включает бурение замораживающих скважин, монтаж замораживающих колонок (труб), замораживание пород, походку и крепление ствола под защитой ледопородного цилиндра, оттаивание пород, ликвидацию замораживающих скважин.

Скорость проходки замораживанием около 28-30 м/мес.

Способ тампонирувания (тампонажа) в основном используется при проведении горных выработок в крепких трещиноватых обводнённых породах. Для осуществления этого способа в массиве горных пород бурятся скважины, в которые под давлением нагнетается специальная жидкость (тампонажный раствор), которая способна затвердевать. Тампонажный раствор заполняет трещины и поры в породах и после затвердевания позволяет проводить горную выработку в неблагоприятных гидрологических условиях обычным способом.

В зависимости от нагнетаемого в скважину тампонажного раствора, различают следующие способы тампонирувания: цементацию, глинизацию, битумизацию, силикатизацию, смолизацию.

Наибольшее распространение из всех способов тампонирувания получила цементация горных пород.

Вокруг ствола бурят вертикальные скважины по окружности диаметром на 3-4 м больше диаметра ствола, в проходке на расстоянии 2-3 м одна от другой. Число скважин зависит от характера трещиноватости пород и обычно колеблется от 10 до 20.

После окончания цементации, ствол проходят обычным способом при значительно меньших притоках воды.

Иногда цементацию производят из забоя ствола.

Цементация больших пустот в горных породах требует значительного расхода цемента, достигающего 100 т на 1 м ствола. Для сокращения расхода цемента, при тампонаже, стали применять, для нагнетания в породы, глинистый раствор. Такой способ получил название глинизации пород. К основным достоинствам этого способа следует отнести относительную дешевизну тампонажного материала (глины) и способность его противостоять действию агрессивных вод. Однако глинизация пород не обеспечивает высокой сопротивляемости давлению подземных вод. Этот метод может успешно использоваться для заполнения пустот, образующихся за крепью, например при проходке стволов опускной и забивной крепью, при подрыве или выносе неустойчивых пород и.д.

Битумизация горных пород может быть произведена с поверхности или из забоя ствола на всю мощность водоносных трещиноватых пород или отдельными участками. Пробуривают скважину, очищают от шлака. В скважину опускают иньектор, представляющий собой перфорированную трубу диаметром 38 мм. Для того, чтобы битум не застывал до выхода в скважину, через иньектор (по его оси) пропускается электропровод. При прохождении электрического тока провод нагревается и передаёт тепло окружающему битуму. Для разогревания битума на поверхности необходимо иметь битумоварочный котёл, в котором битум подогревается до температуры 220°. При более высокой температуре может произойти воспламенение битума. При температуре ниже



180° битум малоподвижен и может создавать в трубах пробки. В целях сокращения расхода битума к нему добавляют различные материалы: шлаковую золу, асбест, торф и др. Достоинства битума – стойкость к агрессивным водам. Недостатки: при определённом гидростатическом давлении подземных вод битум начинает течь и выдавливаться из трещин, поэтому битумизацию при гидростатическом давлении превышающем 0,3 МПа, проводить не следует.

Силикатизация основана на применении растворов жидкого стекла, которое при соединении с отвердителями (хлористым кальцием, алюминатом натрия, углекислым газом и т.д.) образуют гель кремниевой кислоты, цементирующей частицы породы.

Сущность смолизации заключается в том, что в скважины нагнетаются водные растворы высокомолекулярных соединений (смола) с добавками отвердителей. В результате химических реакций, происходящих в массиве горных пород, смолы переходят из жидкого состояния в твёрдое. Породы упрочняются и понижается их водопроницаемость.

При способах смолизации и силикатизации происходят химические реакции веществ, поэтому эти способы тампонируются часто называют химическим закреплением пород.

Специальные способы широко применяются при проведении горизонтальных и наклонных выработок в сложных условиях.

В неустойчивых породах, не допускающих обнажения даже одной рамы, используется забивная опережающая крепь из досок толщиной 50-75 мм и длиной 1,5-2 м. Эти доски забиваются в забой под углом 15-20° к оси выработки по всему периметру или только в кровле и боках.

При проведении протяжённых горизонтальных горных выработках в неустойчивых горных породах также используют горные щиты.

В неустойчивых породах, не допускающих обнажения для установки даже одной рамы, применяют забивную крепь, которая опережает забой выработки и состоит из заостренных с одного конца досок (проколов-марчеван) толщиной 50-60мм, шириной 150-200мм, длиной 1,5-2м. Проколоты, забивают кувалдами или отбойными молотками. Технология: внутри основной рамы устанавливаются рамы меньших размеров. В щель между рамами забивают проколоты. Со стороны кровли – с подъемом, а со стороны стенок - с уклоном в стороны – это позволяет сохранить поперечное сечение выработки.

Выемка производится по мере забивания проколов и под ними возводится постоянная крепь. Недостатки: высокая трудоемкость, низкая скорость проведения, невысокая безопасность труда. Для исключения этих недостатков применяют проходческие щиты – немеханизированные и механизированные.

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Обоснование параметров буровзрывных работ при строительстве подземных горизонтальных и наклонных горных выработок: Диссертации ... канд. тех. наук: 25.00.22 Кирсанов Александр Константинович, - Красноярск: [Сибирский федеральный университет], 2019.– С.20-31.
2. Вохмин С.А., Курчин Г.С., Кирсанов А.К., Дерягин П.А. Методика расчета параметров буровзрывных работ при проходке горизонтальных и наклонных горных выработок// Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2014. – №4 (48). – С. 5-9.



3. Влох Н.П. Управление горным давлением в крепких породах на основе исследования закономерностей формирования их напряженного состояния: Авто-реф. дис. д-ра техн. наук. Л., 1973. - 45 с.