

АНКЕРНОЕ КРЕПЛЕНИЕ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК НА РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

Арыстан И.Д.¹, Баизбаев М.Б.², Матаев А.К.³, Абдрашев Р.М.⁴
Email: Arystan664@scientifictext.ru

¹Арыстан Ибатолла дайырулы – кандидат технических наук, профессор;

²Баизбаев Махмед Бейсембекович – кандидат технических наук;

³Матаев Азамат Қалижанұлы – PhD докторант,
кафедра разработки месторождений полезных ископаемых, горный факультет,
Карагандинский государственный технический университет,
г. Караганда;

⁴Абдрашев Раббел Маратулы – магистр технических наук,
кафедра металлургии и горного дела, технический факультет,
г. Актобе, Актыубинский региональный государственный университет им. К. Жубанова,
Республика Казахстан

Аннотация: поддержание капитальных, подготовительных, нарезных горизонтальных и наклонных выработок в зависимости от категории устойчивости пород может осуществляться: без крепления, набрызгбетонной или торкретбетонной крепью, анкерной крепью, комбинированной (анкера и набрызгбетон) крепью, металлической рамной крепью, монолитной железобетонной крепью. Общий подход к выбору типа крепи и определению ее параметров заключается в следующем: по горно-геологическим условиям делают прогноз устойчивости пород в выработке, т.е. определяют категорию ее устойчивости (см. п. 4.5); по категории устойчивости пород выбирают тип и конструкцию крепи; расчетом определяют параметры крепи.

Ключевые слова: капитальные выработки, подготовительные выработки, анкера, горно-геологические, торкретбетонная крепь.

ANCHOR FASTENING OF PREPARATORY WORKS ON ORE DEPOSITS

Arystan I.D.¹, Baizbaev M.B.², Mataev A.K.³, Abdrashev R.M.⁴

¹Arystan Ibatollah Daiyruly - Candidate of Technical Sciences, Professor;

²Baizbayev Mahmed Beysembekovich - Candidate of Technical Sciences;

³Mataev Azamat Kalizhanuly - PhD doctoral Student,
DEPARTMENT OF DEVELOPMENT OF MINERAL DEPOSITS, MINING FACULTY,
KARAGANDA STATE TECHNICAL UNIVERSITY,
KARAGANDA;

⁴Abdrashev Rabbel Maratuly - Master of Technical Sciences,
TECHNICAL FACULTY, DEPARTMENT OF METALLURGY AND MINING,
AKTOBE REGIONAL STATE UNIVERSITY NAMED AFTER K.ZHUBANOV, AKTOBE,
REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

Abstract: capital, preparatory, rifled horizontal and inclined workings can be maintained, depending on the category of rock resistance: without fastening, splashing concrete or shotcrete concrete lining, anchor bolting, combined (anchor and splashing concrete) lining, metal frame lining, monolithic reinforced concrete lining. The general approach to the choice of the type of lining and the determination of its parameters is as follows: according to the mining and geological conditions, they make a prediction of the stability of rocks in development, i.e. determine the category of its stability (see § 4.5); the category of stability of rocks choose the type and design of lining; calculation determine the parameters of the lining.

Keywords: capital workings, preparatory workings, anchors, mining and geological, gun concrete.

УДК 622.272

Штанга небольшого диаметра (16÷22 мм) длиной 1,8÷3,0 м за счет высокой упругости стали при растяжении и ее прочности на разрыв наиболее эффективно работает именно при растяжении. Поэтому наиболее рационально устанавливать анкера по направлениям максимальных смещений контура выработки. Анкера за счет собственного сопротивления растяжению препятствуют расслоению, разуплотнению нарушенных пород, структурных блоков на контуре выработки, связывают их с ненарушенными породами в глубине массива [1].

По способу крепления штанги в шпуре (скрепления внешнего периметра анкера с внутренним периметром шпура) анкерная крепь бывает самых разнообразных видов:

трубчатая распорная (типа Swellex фирмы Atlas Корсо, распирается в шпуре за счет высокого внутреннего давления воды при установке);

трубчатая забивная (ее диаметр больше, чем диаметр шпура, устанавливается в шпур забивкой перфоратором);

железобетонная (стальная штанга скрепляется с массивом цементной смесью, которая набирает прочность в течение, примерно, одной смены);

сталеполимерная (скрепление стальной штанги с массивом осуществляется полимерными смолами, которые после перемешивания смолы и отвердителя в шпуре схватываются в течение 10-20 сек.).

Для всех видов анкерной крепи очень важным является подбор диаметров шпура и штанги. Их соотношение должно обеспечить надежную связь штанги с массивом по всей глубине шпура. Для подбора диаметров проводят промышленные испытания анкерной крепи в шахте. С помощью специальных домкратов с усилием 10÷12 т производят выдергивание анкера из шпура [2].

В различных горно-геологических условиях анкерная (штанговая) крепь работает по-разному. В трещиноватых массивах анкера подвешивают блоки неустойчивых пород к ненарушенному массиву. В этом случае анкер растягивается весом блоков подвешенных пород.

В слоистых, тонкоплитчатых массивах анкера пронизывают и связывают отдельные малосвязанные слои пород в единую грузонесущую конструкцию типа составной плиты, тем самым увеличивают сцепление и трение между слоями. За счет натяжения анкеров между тонкими слоями пород возникают дополнительные силы трения. При этом устойчивость составной плиты, стянутой поперек слоев анкерами, приближается к устойчивости монолитной толщи пород.

Параметрами анкерной крепи являются:

отставание крепи от забоя;

схема установки штанг по периметру сечения выработки;

длина штанг (глубина их установки в массив);

шаг установки штанг по длине и ширине выработки;

разрывное усилие штанги (определяется маркой стали и диаметром арматуры).

Отставание крепи от забоя определяет момент, с которого начинается поддержание выработки. Чтобы произошло натяжение анкеров, приконтурная часть массива должна сместиться в выработку. Вблизи забоя смещения контура выработки минимальны. Смещения массива развиваются по мере удаления забоя выработки на протяжении, примерно, 3÷4 габаритов выработки (рис. 1). На большем удалении от забоя смещения контура стабилизируются. Поэтому теоретически и практически установлен факт, что самый эффективный способ установки анкеров – у забоя сразу после обнажения выработки.

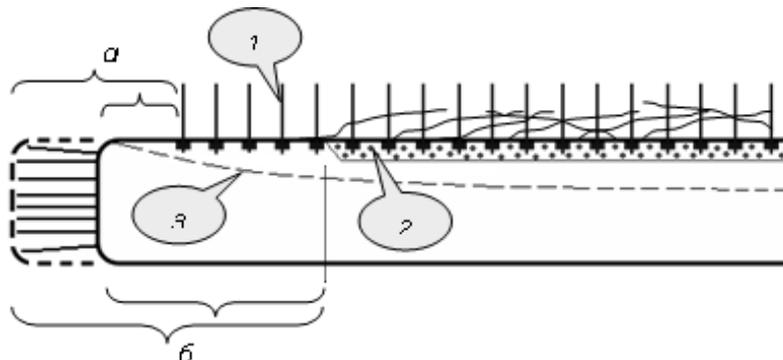


Рис. 1. Отставание от забоя выработки до и после ухода за цикл: а) анкерной крепи 1; б) торкретбетонной крепи 2;3 - смещения кровли

На практике из-за цикличности проходки (процессы отбойки, отгрузки, обезопасивания, крепления, бурения, зарядания выполняются последовательно, затем цикл повторяется) крепь практически всегда отстает от забоя. При большом отставании крепи от забоя, на не закрепленном участке выработки происходит значительное разуплотнение структурных блоков или расслоение тонкоплитчатых пород. При этом массив теряет свою устойчивость. Начинаются вывалы, отслоения. Запоздалая установка анкеров резко снижает эффективность их работы, т.к. большая часть смещений уже произошла до установки крепи, не встречая ее сопротивления.

Процессы деформирования и разрушения горных пород развиваются во времени. Поэтому при остановке забоя на длительный срок крепь на пройденном участке выработки должна быть подведена вплотную к забою. По этой же причине правилами безопасности запрещается допускать разрыв во времени между окончанием бурения шпуров под анкера и их установкой. Не позднее следующей смены крепь должна быть установлена в пробуренные шпуры. [1]

В массивах с практически вертикальным залеганием интенсивной сланцеватости (характерный пример – Иртышский рудник) в первую очередь происходит излом тонкоплитчатых пород в бортах и их выдавливание в выработку. Вплоть до того, что вертикальная сланцеватость после поворота в зонах отжима становится горизонтальной. После раздавливания и отжима рассланцованных пород в бортах увеличивается пролет выработки, и происходят крупномасштабные вывалы из кровли с проскальзыванием блоков по вертикальным поверхностям сланцеватости. В подобных условиях рациональна установка горизонтальных анкеров в бортах штреков, проходимых по простиранию залежей и согласной с ними сланцеватости пород.

При наклонном залегании слоистой толщи пород отслоения кровли, как правило, происходят по межпластовым контактам и внутрипластовым поверхностям ослабления (зеркалам скольжения, поверхностям наложения и т.п.). Сечение выработки после отслоений приобретает несимметричный вид.

Длина анкеров (глубина их установки в массив) должна превышать ожидаемую мощность отслоений. Наиболее надежным способом ее определения являются данные практики. Для этого маркшейдеры ведут съемку поперечных сечений выработок с определенным шагом по их длине (10÷20 м). Если наложить все фактические сечения на проектное, то можно увидеть мощность происшедших обрушений кровли [1].

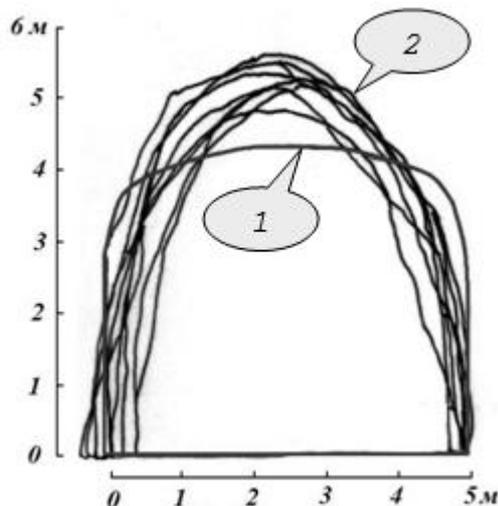


Рис. 2. Проектное (1) и фактические (2) сечения квершлага

Пример. На рис. 2 показаны сечения квершлага 2 гор.-100 м на руднике Жаман-Айбат. Проектная высота квершлага – 4,2 м. Фактические сечения имеют высоту до 5,6 м (средняя – 5,2 м). Следовательно, средняя мощность отслоений: $5,2 - 4,2 = 1,0$ м, а максимальная мощность – 1,4 м. В таких условиях длина анкеров должна быть не менее 1,8 м.

Длина штанг определяется по сумме мощности породных отслоений и длины замковой части, заглубленной в массив выше зоны расслоения. Длина замковой части анкера определяется расчетом по условию сцепления штанги с массивом. Выбранная глубина установки анкеров проверяется на достаточность в ходе опытно-промышленных работ. Если происходят отслоения кровли с выдергиваем замковой части анкеров из массива, – это характерный признак того, что длина штанг оказалась недостаточной. В таких случаях необходимо срочно изменять паспорт крепления кровли, увеличивая длину штанг.

Наиболее часто подобные ситуации происходят на сопряжениях выработок. Дело в том, что мощность отслоений напрямую связана с пролетом кровли: чем больше пролет выработки, тем более мощные отслоения кровли могут происходить. На сопряжениях выработок пролеты обнажения кровли существенно больше, чем в одиночной выработке. Поэтому глубина анкеров, достаточная для одиночной выработки (рис. 3 а), может оказаться недостаточной на сопряжении (рис. 3 б) [3].

В середине сопряжения мощность отслоения может оказаться больше глубины анкеров. Они окажутся неработоспособными. В итоге, происходит обрушение сопряжения.

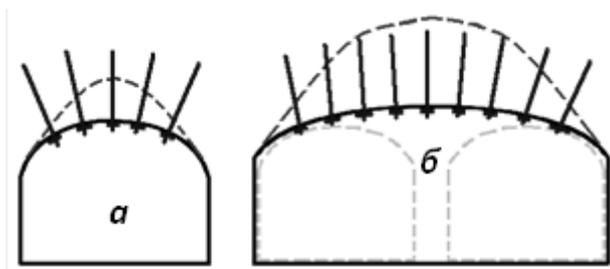


Рис. 3. Обрушение кровли на сопряжении выработки из-за недостаточной глубины анкеров

Шаг установки анкеров зависит от их глубины. Он определяется следующим образом. Область воздействия анкера на массив можно представить конусом, вершина которого находится в глубине массива у конца анкера. Сетка установки штанг должна быть такой, чтобы области их влияния на контуре выработки перекрывались (рис. 4). Чем больше глубина анкеров, тем шире основание конуса, тем больше может быть шаг установки крепи. Однако при этом должны соблюдаться два условия:

шаг установки анкеров должен быть меньше размера структурного блока, на которые массив раздроблен трещинами;

несущая способность штанги на разрыв (определяется ее диаметром) должна быть достаточной для поддержания веса пород, приходящихся на один анкер в контуре ожидаемого отслоения.

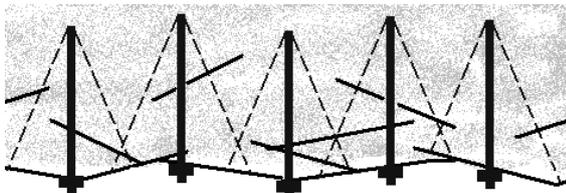


Рис. 4. Принцип определения шага установки анкерной крепи по перекрытию областей их воздействия на контуре выработки

Шаг установки анкеров и их диаметр также определяют в ходе опытно-промышленных работ.

Список литературы / References

1. Юн Р.Б., Юн А.Б., Макаров А.Б. Управление горным давлением. Москва. 2005. 168 с.
2. Подземное строительство: учеб. пособие / А.Б. Пономарев, Ю.Л. Винников. Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. 262 с.
3. СНиП 2.01.07-85*. Нагрузки и воздействия. / ЦНИИСК им. Кучеренко Госстроя СССР. М.: ГУП ЦППС, 2003. 61 с.
- 4.