УДК 622.268.13: 622.281.74

В.А.ЗВЕЗДКИН, *канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник, vzvezdkin@yandex.ru*
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург
В.Н.КАРЕЛИН, *зам. директора по минерально-сырьевому комплексу, www.zf.norilsknickel.ru*
Т.С.МУШТЕКЕНОВ, *главный инженер рудника «Таймырский», mushtektnov@tf.nk.nornik.ru*
ЗФ ОАО «ГМК «Норильский никель»

V.A.ZVEZDKIN, *PhD in eng. sc., leading research assistant, vzvezdkin@yandex.ru*
National Mineral Resources University (Mining University), Saint Petersburg
V.N.KARELIN, *deputy director of the mineral complex, www.zf.norilsknickel.ru*
T.S.MUSHTEKENV, *chief engineer of.«Taimyr» mine,*
ZF OJSC MMK «Norilsk Nickel», mushtektnov@tf.nk.nornik.ru

К ВОПРОСУ ПОДДЕРЖАНИЯ КАПИТАЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК ВЕНТИЛЯЦИОННО-ЗАКЛАДОЧНОГО ГОРИЗОНТА В ТЕКТОНИЧЕСКИ НАПРЯЖЕННЫХ ЗОНАХ «БОЛЬШОГО ГОРСТА» РУДНИКА «ТАЙМЫРСКИЙ»

Рассмотрены причины, осложняющие процессы проходки и крепления капитальных выработок в массивах горных пород, дезинтегрированных разрывными тектоническими нарушениями. Приведен анализ формирования напряженно-деформированного состояния массива горных пород в окрестности тектонического нарушения и даны практические рекомендации по проходке и креплению выработок.

Ключевые слова: рудник,капитальные выработки, крепление, напряжения, деформации, рекомендации.

TO THE QUESTION OF MAINTENANCE OF PERMANENT WORKINGS VENTILATION-WASTE FLOOR IN TECHTONIC STRESSED ZONES «BIG GORST» OF «TAIMYR» MINE

Factors complicating drifting processes and barring in situ, disintegrated by tectonic bursting are considered. The analysis of stress-strain state formation of rock massif in the vicinity of tectonic disturbance is presented and practical recommendations concerning drifting and barring are given.

***Key words*:** mine, capital developments, fastening, pressure, deformation, recommendations.

В ближайшие годы на руднике «Таймырский» ожидается выбывание мощностей по добыче богатых руд вследствие сокращения протяженности фронта работ с полноценной (более 20 м) мощностью рудного тела. Вовлечение в разработку залежи С-2 не восполнит потерянного объема добычи вследствие небольшой средней мощности (порядка 10 м) рудного тела. В сложившихся условиях для рудника «Таймырский» актуальной задачей становится ускоренное вовлечение в разработку запасов богатых руд, сосредоточенных в геологической структуре «Большого Горста».

Отработка рудных залежей рудника, в том числе и «Большого Горста», ведется с управлением кровлей твердеющей закладкой, которая по системе выработок вентиляционно-закладочного горизонта и скважин подается в выработанное пространство. От их эксплуатационного состояния существенно зависит устойчивый режим очистных работ и, соответственно, технико-экономические показатели рудника.

Выработки вентиляционно-закладочного горизонта «Большого Горста» проводятся по оливиновым габбро-долеритам, залегающим

на глубине 950 м и более. Системами взаимно пересекающихся тектонических трещин массив габбро-долерита разбит на блоки трапециевидной формы, которые, в свою очередь, нарушены системами микро- и макротрещин. Плотность трещин с шероховатыми или с гладкими стенками изменяется от 4 до 8 шт./м. При таких значениях прочность габбро-долерита в массиве с учетом коэффициента структурного ослабления составляет примерно 67,2 МПа.

Геотехническое состояние выработок вентиляционно-закладочного горизонта «Большого Горста» рассмотрим на примере проходки западного транспортно-закладочного уклона (ЗТЗУ). Данный уклон проводится в висячем боку сброса тектонического нарушения и находится от плоскости его сместителя на расстоянии примерно 5 м. Проходческие работы ведутся буровзрывным способом, а выработка закрепляется арочной металлической крепью.

Конструкция арочной крепи, применяемой на рудниках Талнаха, состоит из верхняка, ножек и соединительных замков, представляющих собой скобы с резьбой и прямые планки. В районе замка между верхняком и породной стенкой выработки укладываются рудничные стойки или шпалы.

Исследования показали, что после подвигания проходческого забоя ЗТЗУ от сопряжения с вентиляционно-закладочным уклоном 12 на расстояние примерно 18-20 м резо ухудшилось состояние арочной крепи. Спецпрофиль ножек крепей, расположенных как у западной, так и у восточной стенок выработки, под действием вертикальных нагрузок и отжима пород деформировался в режиме изгиба с направлением стрелы прогиба в рабочее пространство выработки. Под действием вертикальных нагрузок происходил и поперечный прогиб арки крепи, который вызывал заклинивание ее концов в скобах соединительных замков крепи. При этом в результате уменьшения радиуса кривизны концы арки упирались в борта выработки и вызывали их разрушение и поломку затяжек крепи.

Неудовлетворительная работа крепи, по нашему мнению, в первую очередь вызвана тем, что размещение соединительного замка крепи в пяте свода не позволяет концам арки перемещаться по профилю ножек крепи и вписываться в контур выработки. Вследствие недостаточного радиуса кривизны концевые участки спецпрофиля арки выходят из желоба спецпрофиля ножек крепи, заклиниваются в скобах замка и распираются в породы пяты свода выработки (рис.1). При этом за счет действия сил отжима, сформированных предельными напряжениями и вертикальной составляющей сил распора арки в породы свода (эйлеровая сила $P_в$), спецпрофиль ножки крепи подвергается как поперечному, так и продольном изгибу с направлением стрелы прогиба в сторону рабочего пространства выработки.

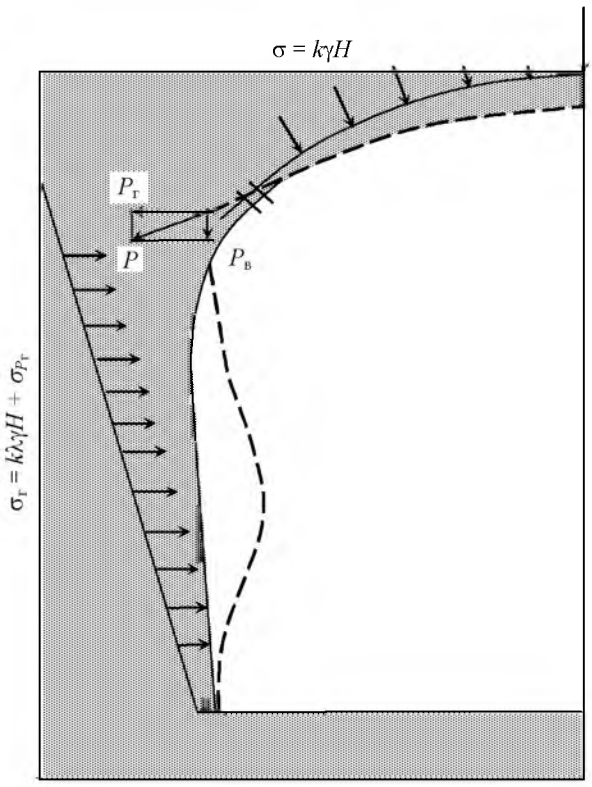


Рис.1. Характер силового взаимодействия арки с соединительным замком крепи и боковыми породами выработки

Таким образом, анализ кинематики поступательного движения арки крепи относительно ее ножек при размещении соединительного замка в пяте свода показывает, что конструкция крепи при смещении кровли трансформируется в жесткую систему.

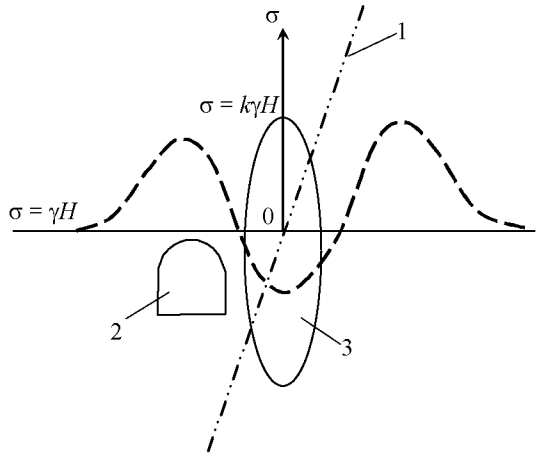


Рис.2. Напряженное состояние породного массива, вмещающего ЗТЗУ

1 – плоскость тектонического нарушения; 2 – ЗТЗУ; 3 – зона разгрузки

Другой причиной неудовлетворительного состояния выработки является сложное напряженно-деформированное состояние блоковой структуры «Большого Горста». Это связано с тем, что породы интрузии и осадочного комплекса дезинтегрированы дизъюнктивными нарушениями и на поле первичных напряжений накладывается поле тектонических напряжений. При этом формируется область как пониженных, так и повышенных напряжений. По нашим исследованиям*, область пониженных напряжений (или зона разгрузки) формируется на удалении от плоскости тектонического нарушения до 5 м. Далее располагается область повышенных напряжений, протяженность которой составляет порядка 20 м. При этом в области повышенных напряжений коэффициент концентрации напряжений может достигать 3,5. Исследования показали, что ЗТЗУ, который проходится в непосредственной близости от тектонического нарушения (рис.2), попадает в зону действия повышенных напряжений, значения которых могут достигать 79,2 МПа. Такие напряжения превышают прочность габбро-долерита в массиве, значения которой, как было показано выше, составляет 67,2 МПа. В результате приконтурный массив выработки деформируется в запредельном режиме, сопровождающемся повышением нагрузок на крепь выработки.

Таким образом, приведенные результаты позволяют сделать вывод, что выработки вентиляционно-закладочного горизонта «Большого Горста» будут проходиться и эксплуатироваться в сложных условиях. Поэтому вопросы, связанные с выбором месторасположения капитальных выработок «Большого Горста», должны решаться с учетом тектонического строения массива горных пород. Выработки рекомендуется размещать вне зоны влияния тектонического нарушения, протяженность которой составляет примерно 20 м. Проходку выработки или участков выработки, попадающих в зону влияния тектонического нарушения, необходимо проводить с разгрузкой массива горных пород, например, бурением скважин или шпуров. Учитывая продолжительный срок эксплуатации выработки необходимо использовать крепи с конструктивной податливостью не менее 300 мм.

* Указания по безопасному ведению горных работ на Талнахском и Октябрьском месторождениях, склонных и опасных к горным ударам. Норильск, 2001. 107 с.

Advice on safe mining at Talnakhskiy and Oktyabrsky deposits prone and dangerous to rock bursts. Norilsk, 2001. 107 p.