УДК 622.268.13.622.281.74

В.А.ЗВЕЗДКИН, *канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник, vzvezdkin@yandex.ru*
Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет)
В.Н.КАРЕЛИН, *зам. директора, http://www.zf.norilsknickel.ru*
А.Г.АНОХИН, *главный инженер рудника «Октябрьский», anohin@tf.nk.nornik.ru*
ЗФ ОАО «ГМК «Норильский никель»

V.A.ZVEZDKIN, *PhD in eng. sc., leading research assistant, vzvezdkin@yandex.ru*
Saint Petersburg State Mining Institute (Technical University)
V.N.KARELIN, *Deputy director, http://www.zf.norilsknickel.ru*
A.G.ANOKHIN, *chief.engineer the mine «October», anohin@tf.nk.nornik.ru*
ZF OJSC «MMC «Norilsk Nickel»

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ОТРАБОТКИ ОКОЛОСТВОЛЬНЫХ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ ЦЕЛИКОВ ГЛУБОКИХ РУДНИКОВ ТАЛНАХА

Рассмотрены причины, осложняющие процессы отработки околоствольного целика и охраны крепи ствола. Приведен анализ формирования напряженно-деформированного состояния предохранительного целика и вмещающих его пород. Даны практические рекомендации по управлению деформациями и напряжениям в околоствольном массиве при отработке предохранительных целиков глубоких рудников Талнаха.

Ключевые слова: рудник, стволы, предохранительный целик, выемка, сдвижение, напряжения, управление горным давлением.

PROVIDING OF SAFE CONDITIONS FOR MINING OF SHAFTBOTTOM PROTECTIVE PILLARS IN DEEP ORE MINES AT TALNAKH

Consideration is given to the causes complicating the mining of shaftbottom pillar and protection of shaft lining. The analysis is given of the formation of stress-strain state of the protective pillar and its enclosing rocks. Practical recommendations are given for control of deformationand stresses in the shaftbottom mass during extraction of protective pillars in deep ore mines at Talnakh.

Key words: ore mine, shafts, protective pillar, extraction, movement, stresses, rock pressure control.

Одним из путей решения проблемы рационального использования природных ресурсов является расконсервация запасов, сосредоточенных в предохранительных целиках. При этом для повышения безопасности и эффективности ведения работ в горных отводах рудников необходимо решить вопрос, связанный с сохранением эксплуатационного состояния шахтных стволов при полной или частичной выемке предохранительных целиков.

Геомеханическая ситуация при отработке околоствольных предохранительных целиков шахтных стволов глубоких рудников Талнаха формируется суперпозицией зон стационарного и временного опорного давления.

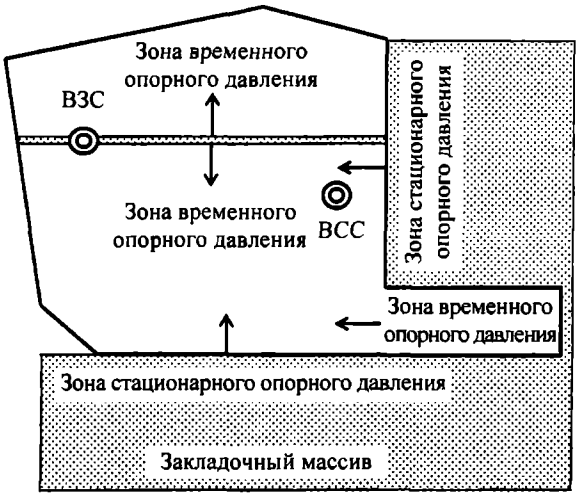


Рис.1. Схема отработки и формирования напряженного состояния предохранительного целика стволов ВЗС и ВСС рудника «Октябрьский»

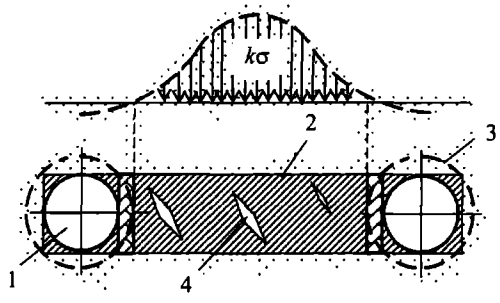


Рис.2. Формирование дополнительной податливости наведением в массиве техногенных трещин

1 – скважина, 2 – межскважинный целик, 3 – зона неупругих деформаций, 4 – техногенная трещина

Суперпозиция зон опорного давления (рис.1) может привести к появлению опасных напряжений, способных вызвать динамические формы разрушения краевой части рудного массива. При этом не исключается вероятность появления зон опасных напряжений и в почве предохранительного целика. Это вызвано тем, что породный массив почвы деформируется в условиях стесненных деформаций с накоплением упругой энергии, сброс которой происходит в форме динамических явлений.

При сокращении размеров целиков меняется и характер процесса сдвижения подработанного массива горных пород. Как показали исследования, при достижении соотношения отработанной площади предохранительного целика к его общей площади, составляющим более 0,2, интенсивность сдвижения массива горных пород резко возрастает и в массиве неотработанной части предохранительного целика появляются зоны повышенных напряжений. Дальнейшее сокращение размеров предохранительного целика приводит к появлению в массиве целика опасных напряжений, которые вызывают появление трещин давления или резкие подвижки тектонических блоков.

Исследованиями было установлено, что появление зон опасных напряжений связано с уплотнением массива и деформированием его в упругом режиме. На этой стадии отработки предохранительных целиков независимо от места разрезки целика и направления очистных работ резко возрастает сейсмоактивность рудопородного массива. Применительно к сложившейся геомеханической ситуации были проведены экспериментальные работы по релаксации напряжений приданием массиву целика дополнительной податливости бурением разгрузочных скважин (рис.2).

Проведенные исследования показали существенную связь между податливостью рудного массива предохранительного целика и его напряженным состоянием. Анализ напряженности рудного массива, определяемого по дискованию керна, подтверждает более высокий уровень напряжений на участках, где не проводились работы по формированию зон дополнительной податливости.

Как следует из приведенных на рис.3 гистограмм, на участках с бурением скважин величины напряжений изменялись от 25,6 до 48,9 МПа, в среднем составляя 42,2 МПа. Экспериментальное распределение величин напряжений приближается к нормальному закону, что свидетельствует об аддитивном характере влияния дополнительной податливости на напряженное состояние как отдельных участков рудного массива, так и массива полностью.

Анализ гистограмм распределения величин напряжений на участках, где не про-

водилось формирование зон дополнительной податливости рудному массиву, показывает, что экспериментальное распределение напряжений обладает явно выраженной асимметрией и удовлетворительно описывается логнормальным распределением. Такой закон распределения величин напряжений свидетельствует о мультипликативном (избирательном) характере влияния жесткости рудного массива на формирование его напряженного состояния. Более жесткие участки рудного массива оказываются в более нагруженном состоянии, чем менее жесткие, которые способны за счет податливости уходить из-под действия повышенных нагрузок.

Исследованиями также было установлено, что при отработке предохранительного целика подработанный массив горных пород расслаивается с образованием мощных породных слоев, которые, деформируясь в режиме прогиба, вызывают разрушение околоствольного массива, армировки и крепи ствола. В практике управления горным давлением* в таких ситуациях применяется метод разупрочнения, заключающийся в снижении нагрузочных свойств мощного породного слоя принудительным разделением его на блоки. Применительно к условиям глубоких рудников Талнаха были проведены экспериментальные работы по разупрочнению мощных слоев интрузивных пород бурением в них из околоствольных выработок рядов вертикальных скважин. Исследования показали эффективность способа и позволили обосновать параметры бурения вертикальных скважин.

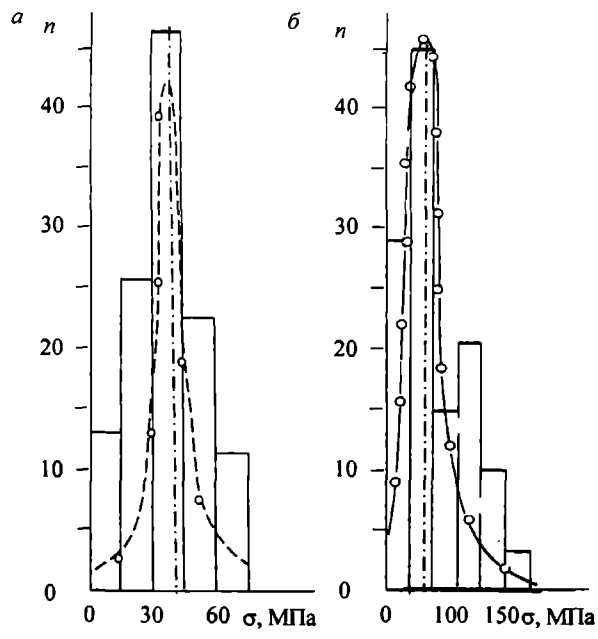


Рис.3. Гистограммы распределения напряжений в зоне (*а*) и вне зоны (*б*) формирования податливости бурением скважин

Применительно к сложившимся горно-геологическими и горно-техническим условиям глубоких рудников Талнаха были разработаны технологические схемы отработки предохранительного целиков, как с погашением стволов, так и с сохранением их эксплуатационного состояния.

При отработке предохранительного целика с погашением ствола допускается применение технологических схем с различными вариантами расположения очистных фронтов и управлением кровлей закладкой выработанного пространства низкопрочной твердеющей закладкой. При этом рекомендуется исключать наложение нескольких зон временного опорного давления. Отработку околоствольного предохранительного целика с частичным или полным сохранением эксплуатационного состояния ствола рекомендуется вести по двум технологическим схемам, предусматривающими выемку руды от ствола по направлению к границам целика и от границ целика по направлению на ствол.

Первую схему рекомендуется использовать преимущественно при отработке околоствольных предохранительных целиков, сформированных участками рудной за-

---

* *Кузнецов С.Т.* Разупрочнение труднообрушаемых кровель угольных пластов / С.Т.Кузнецов, Ю.А.Семенов, В.П.Шишкин. М.: Недра, 1987. 231 с.

Kuznetsov S.T., Semenov Y.A., Shishkin V.P. The weakening trudnoobrushaemyh roofs of coal seams. Moscow: Nedra, 1987. 231 p.

Каталог рекомендуемых способов управления геомеханическим состоянием горного массива для угольных шахт России / Ф.Н.Воскобоев, В.А.Звездкин, Ю.А.Семенов и др.; ННЦГП ИГД им. А.А.Скочинского. М., 2003. 147 с.

Directory of recommended methods for controlling the geomechanical state of the mountain for coal mines in Russia / F.N.Voskoboev, V.A.Zvezdkin, Y.A.Semenov et al.; NNTSGP IGD of A.A.Skochinski. Moscow, 2003. 147 p.

лежи небольшой мощности. Отработку предохранительного целика необходимо проводить с формированием защитного целика из высокопрочной твердеющей закладки. Ширина целика при этом должна быть кратна протяженности зоны временного опорного давления.

Независимо от схем отработки предохранительного целика, при достижении соотношения отработанной и неотработанной части предохранительного целика, составляющего более 0,2, очистные работы необходимо вести с бурением в неотработанной части целика разгрузочных скважин.

При появлении опасных вертикальных и горизонтальных деформаций необходимо применение горно-конструктивных мер защиты ствола, основанных на штанговании массива горных пород анкерной крепью; обеспечение дополнительной податливости крепи осадочными швами с податливыми прокладками или разрыхлении участков массива горных пород; применение легкоразрушаемых вертикальных или горизонтальных поясов ослаблений из условия разрыва и способы разгрузки околоствольного массива бурением вертикальных разгрузочных скважин.

По результатам исследований можно отметить, что отработка предохранительных целиков глубоких рудников Талнаха приводит к формированию сложного напряженно-деформированное состояния целика и вмещающих его горных пород. При этом для сохранения шахтного ствола в эксплуатационном состоянии требуется проведение профилактических мероприятий по охране крепи ствола и управлению напряженно-деформированным состоянием рудопородного массива.