© Д.М. Казикаев, С.В. Сергеев, 2007

УДК 622.831.1/3

Д.М. Казикаев, С.В. Сергеев

ФОРМИРОВАНИЕ НАГРУЗОК НА КРЕПЬ СТВОЛА В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ

Семинар № 17

Существование тектонических силовых полей в верхней части земной коры подтверждается данными многочисленных натурных наблюдений [1]. Свойства горных пород в зонах тектонических нарушений в значительной степени зависят от степени нарушенности массива [2]. Наибольшие изменения претерпевают величины прочности на сжатие и скорости распространения упругих волн, значение которых при увеличении трещинной пустотности с 2 % до 8 % уменьшается в 2-3 раза. Исследованиями [3] установлено, что в зоне тектонических нарушений прослеживается тенденция к снижению горизонтальных напряжений из области нетрещиноватых пород к трещиноватым, а сами разломы являются зонами разгрузки горизонтальных тектонических напряжений.

За последние десятилетия осваиваются глубокие месторождения, расположенные в субширотных и региональных геологических нарушениях. К ним, в частности, относятся Донское месторождение хромитов (Казахстан) и Талнахское месторождение медно-никелиевых руд. Несмотря на результаты обширных исследований прогноз величин горного давления на крепь стволов на этих месторождениях оказался неточным. Из-за этого в 1984 году произошло разрушение бетонной крепи клетевого ствола шахты «Центральная» Донского ГОКа в интервале глубин 572-765 м. Ствол на высоту 193 м был обрушен. Для восстановления разрушенной части ствола Проектной конторой треста Шахтспецстрой была принята комбинированная крепь из чугунных тюбингов и бетона. Повторные осложнения возникли при рассечке сопряжения на глубине 805 м, где было отмечено появление трещин в спинке тюбингов. Начиная с этого момента в период дальнейшей проходки проводились натурные наблюдения за формированием нагрузок на крепь [4].

Клетевой ствол ниже глубины 500 м проходила по дунитам с трещиноватостью 25-35 на 1 м. Трещины были заполнены серпофитом и талькобренейритом, мощность которых достигала 1-2 см. Ниже глубины 800 м дробленый милонитоподобный серпентинит составляла до 70 % от общей массы и была сложена кусками неправильной формы размером от 3-5 до 50-60 см.

Наблюдениями были охвачены 2 интервала (рис. 1):

1 – ранее закрепленный участок с трещинами в спинке тюбингов (замерные станции на тюбинговых кольцах: №№ 328, 335, 340, 341, 347);

2 – интервал дальнейшей проходки глубиной 80 м (замерные станции на тюбинговых кольцах: №№ 350, 358, 360, 366, 374, 394, 412, 422, 432, 435).

Таблица 1

Характеристика замерных станций в клетевом стволе шахты «Центральная»

Показатели	Номера тюбинговых колец с замерными базами														
	328	**335**	**340**	**341**	**347**	**350**	**358**	**360**	**366**	**374**	**394**	**412**	**422**	**432**	**439**
Количество тюбингов с деформометрами, шт	4	4	1	4	6	7	8	8	8	8	8	8	8	8	4
Деформометры ε_{θ}, шт	4	4	1	4	6	7	10	8	10	11	8	8	8	8	4
Деформометры $\varepsilon_{н}$, шт.	4	4	1	4	6	7	8	8	8	8	8	8	8	8	4
Число циклов наблюдений	9	9	9	9	9	6	10	8	11	12	12	16	16	11	3
Продолжительность наблюдений, сут.	500	380	380	380	500	300	670	670	640	640	600	600	600	600	180

Таблица 2

Характеристика напряженного состояния тюбинговой крепи при проходке на глубину 20 м

№ п/п	Показатели	Номера тюбинговых колец					
		347	**350**	**358**	**360**	**366**	**374**
1.	σ_{θ}, МПа (средн.)	48	129	150	138	146	88
2.	σ_{θ}, МПа (макс.)	70	180	237	190	236	117
3.	υ коэффиц. вариации	0,363	0,173	0,279	0,272	0,236	0,285
4.	$\varepsilon_{н}$, МПа (средн.)	-35	-69	-40	-13	-28	-30
5.	$\varepsilon_{н}$, МПа (макс.)	-57	-110	-66	-60	-70	-60
6.	Р, МПа (средн.)	1,35	3,64	4,23	3,89	5,12	2,46

В табл. 1 приведена характеристика замерных станций, установленных в крепи по методу [5].

Наблюдения за состоянием крепи в период проходки проводились в три этапа (рис. 1): на первом – проходка на высоту 20 м; на втором – проходка на высоту 42 м; на третьем – проходка сопряжения до глубины 887,3 м.

Первый этап (проходка заходкой в 20 м) был выполнен за 55 сут. При этом раздробленность околоствольного массива достигала такого уровня, что обнажения стенок ствола на высоту более 1 м не представлялась возможным, т.к. происходило сползание пород. Порода выбиралась почти без взрыва, кусками 5x10x5 см и блоками 50x100x50 см. За 2 месяца было проведено только 7 взрывов в режиме сотрясания.

В табл. 2 приведены основные результаты натурных наблюдений за первый период проходки.

Анализ результатов наблюдений показал, что неравномерность нагружения носит случайный характер. Из-

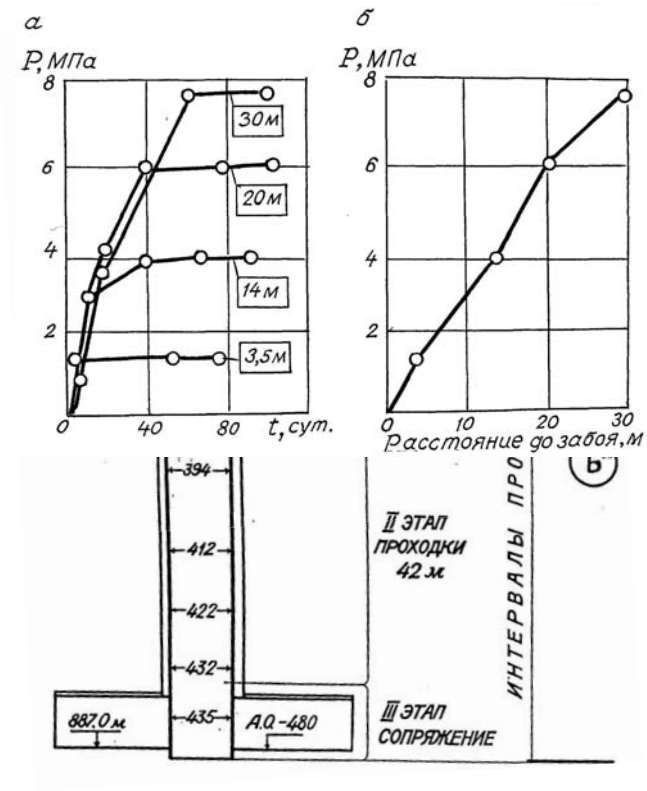

Рис. 1. Схема расположения замерных станций в клетевом стволе шахты «Центральная»: А – интервал крепления с нарушенными тюбингами; Б – интервал экспериментальной проходки

вестно, что нагружения крепи принимается равномерным, когда коэффициент вариации напряжений по периметру не превышает величины 0,2. В нашем случае коэффициент изменяется в пределах от 0, 173 до 0,386, в среднем – 0,293. Исходя из этого в зоне геологических нарушений нагружение крепи можно принимать близким к равномерному.

При непрерывной проходке в течение одного месяца максимальная нагрузка на крепь достигла P = 4,23 МПа. При этом в первые две недели 70 % от максимальной. Нагружение тюбингового кольца № 374, которое находилось в нижней части заходки закончилось в течение недели (2,46 МПа).

На втором этапе было пройдено и закреплено 42 м ствола. Если на первом этапе проходка производилась со скоростью 0,36 м/сут., то на втором этапе – 0,74 м/сут. При этом интенсивность нагружения крепи существенно возросла. На рис. 2 приведены графики, характеризующие интенсивность нагружения крепи в зависимости от величины заходки.

Таким образом, в результате экспериментальных исследований на втором этапе был установлен количественный характер зависимости интенсивности нагружения крепи от величины заходок. Исследования, проведенные в клетевом стволе шахты «Центральная» показали, что в зонах геологических нарушений горизонтальные напряжения в массиве можно оценивать по измеренным напряжениям в крепи. В зонах дробления геологических нарушений происходит за счет микросдвижений раздробленного массива от выемки пород. То есть нагрузок происходит не за счет тектонических напряжений, а за счет расширения зонных сдвижения пород в околоствольном массиве. Это хорошо видно из графиков, приведенных на рис. 2. Так при заходке 3,5 м формирование нагрузок завершается в течение нескольких дней.

Эти результаты были подтверждены результатами натурных наблюдений, проведенных в стволах ВЗС-1 и ВСС-1 рудника «Скалистый» Норильского ГМК в зоне Хараелахского разлома [6].

Заключение

1. В результате экспериментальных исследований была установлена закономерность формирования нагру-зок

на крепь стволов, сооружаемых в зоне дробления геологических нарушений.

2. Установлена зависимость величин радиальных нагрузок на крепь от высоты заходки.

3. В зонах дробления геологических нарушений формирование нагрузок

Рис. 2. Зависимость нагрузок на крепь от расстояния до забоя в интервале глубин 815-880 м: а – графики изменения нагрузок; б – график роста максимальных нагрузок

происходит за счет микросдвижений раздробленного массива от выемки пород при проходке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Марков Г.А.* Тектонические напряжения и горное давление в рудниках Хибинского массива. – Л.: Наука, 1977. – 213 с.
2. *Голодковская Г.А., Панасьян Л.Л.* Исследования структуры поля напряжений с помощью расчетных методов. //Труды Гидропроекта. – М., 1979.
3. *Панасьян Л.Л.* Исследования структуры поля напряжений расчетным методом. Автореф. на соис. уч. степ.канд. геол.-минер. наук. – М.: МГУ, 1979.
4. *Булычев Н.С., Сергеев С.В., Боликов В.Е.* Исследование напряженно-деформированного состояния крепи клетевого ствола шахты «Центральная» Донского ГОКа //Геомеханика в горном деле – 96 /Тез. докл. Международной конференции. – ИГД Уро РАН. – Екатеринбург, 1996.
5. *Казикаев Д.М., Борисов О.П., Сергеев С.В.* Методические рекомендации по проведению натурных наблюдений в стволах, сооружаемых в сложных горно-геологических условиях. /ВИОГЕМ. – Белгород, 1985. – 35 с.
6. *Булычев Н.С., Сергеев С.В.* Исследование нагрузок на крепь стволов в условиях рудника «Скалистый» Норильского ГМК //Геомеханика в горном деле – 96 /Тез. докл. Международной конференции. – ИГД Уро РАН. – Екатеринбург, 1996. ГИАБ

Коротко об авторах

Казикаев Д.М. – профессор Московского государственного горного университета.
Сергеев С.В. – профессор Белгородского государственного университета.

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 17 симпозиума «Неделя горняка-2007».
Рецензент д-р техн. наук, проф. *Е.В. Кузьмин.*