© Н.И. Синкевич, 2006

УДК 622.83

Н.И. Синкевич

ИССЛЕДОВАНИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ В ПРИЗАБОЙНОМ МАССИВЕ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛОВ АБАКАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

В условиях горизонтального сжатия на Абаканском месторождении горные породы деформируются, что говорит об их склонности к проявлениям динамических явлений, а для подтверждения этому необходимы натурные исследования о напряженно-деформируемом состоянии массива. Тектонические силы создают в массиве месторождения тектоническое поле напряжений, благоприятствующее для проявления горного давления, что имело место в стволе «Клетевой», где 20 января 1998 года произошел микроудар с нарушением бетонной крепи.

Исследования напряженно-деформированного состояния в призабойном массиве при проходке вертикальных стволов «Клетевой», «Главный» и «Воздуховыдающий», проводились методом частичной разгрузки на большой базе [1].

Результаты экспериментальных исследований напряженно-деформиро-ванного состояния в призабойном массиве вертикальных стволов приведены в таблице.

Из таблицы видно, что направление максимальных напряжений на новой промплощадке в районе стволов «Клетевой», «Главный» и «Воздуховыдающий» не изменило своей ориентировки и по прежнему действует в северо-восточ-ном направлении по азимуту А=19-43 градусов. Направление аномалии силы тяжести в районе меняется с севера на северо-восточное и совпадает с полем развития мощной толщи гранитоидов Абазинской интрузии в интервале глубин 539.0-846.1 м и близлежащего к окрестностям месторождения хребта Кирса, простирающегося в северо-восточном направлении (азимут 37 градусов) [2].

Проходка стволов в рудных полях напряжений тектонической природы сопровождается их перераспределением, в частности, изменением ориентировки главных напряжений и их абсолютных значений, как в пространстве, так и во времени. Например, 28.10.1993 года при углубке ствола «Главный» на глубине 645 м (см. таблицу) горизонтальные составляющие главных нормальных напряжений составили σ_1 = -58,3 МПа – по простиранию, и σ_2 = -9,1 МПа – вкрест простирания, а через 20 дней, т.е. 16.11.1993 года на отметке 650 м установили следующие параметры тектонического поля напряжений (σ_1 = -103,1 МПа и σ_2 = -89,4 МПа, а азимут изменился от 36 до 38 градусов). Таким образом, при проходке ствола «Клетевой» на отметке 590м 08.05.1997 года горизонтальные составляющие тектонического поля напряжений составили по простиранию σ_1 = -124,0 МПа, а вкрест простирания σ_2 = -10,3 МПа с азимутом А = 24 градуса северо-восточного направления, а на другом стволе «Воздуховыдающий» 10.10.1997 года на глубине 635 м главные нормальные напряжения составили (по простиранию σ_1 =-73,5 МПа, вкрест простирания σ_2 = -62,8 МПа, но азимут изменился А = 19 градусов), что подтверждает характер изменения напряженно-деформирован-ного состояния массива пород с глубиной. Но-

Результаты оценки напряженности горного массива вне зоны влияния очистных работ на Абаканском месторождении

Месторождение место замера	Глубина Н, м	Тип горных пород	Модуль упругости Е, МПа	Предел прочности бсж, МПа	Величина и азимут максимальных напряжений МПа		
					σ_1	σ_2	Амах, град.
Абаканское ствол «Клетевой»							
25.03.1992г.	98	Туфоконгломерат	$4.1 \cdot 10^4$	61.8	-10.4	-5.7	38
04.06.1992г.	118	Туфоконгломерат	$3.6 \cdot 10^4$	65.9	-43.8	+1.5	39
18.11.1993г.	172	Гранодиориты	$3.7 \cdot 10^4$	72.6	-13.6	-10.7	37
17.02.1995г.	265	Граниты	$2.5 \cdot 10^4$	88.4	-32.9	-28.1	37
10.05.1996г.	450	Граниты	$2.5 \cdot 10^4$	84.6	-30.8	-27.6	37
08.05.1997г.	590	Гранодиориты	$1.7 \cdot 10^4$	132.2	-124.0	-10.3	24
11.05.1998г.	710	Плагиограниты	$4.3 \cdot 10^4$	66.1	-93.9	+88.9	89
ствол «Главный»							
28.10.1993г.	645	Туфопесчаник	$3.0 \cdot 10^4$	-	-58.3	-9.1	36
16.11.1993г.	650	-	$3.0 \cdot 10^4$	-	-103.1	-89.4	38
13.05.1996г.	792	-	$1.4 \cdot 10^4$	96.4	-93.9	-83.3	28
ствол «Воздуховыдающий»							
09.05.1997г.	533	Туфоконгломерат	$4.6 \cdot 10^4$	77.9	-43.4	-25.0	43
10.10.1997г.	635	-	$1.7 \cdot 10^4$	95.8	-73.5	-62.8	19

вое напряженное состояние массива в окрестностях стволов «Клетевой» и «Главный» определяется изменением главной горизонтальной составляющей по простиранию как по величине, так и по направлению.

При проходке ствола «Клетевой» 8.05.1997 года на глубине 590 м главная горизонтальная составляющая нормальных напряжений по простиранию составила σ_1 = -124,0 МПа с азимутом А = 24^0, а на 11.05.1998 года на глубине 710 м горизонтальные составляющие тектонического поля напряжений – по простиранию рудных тел σ_1=-93,9 МПа, вкрест σ_2 = +88,9 МПа с азимутом А = 89^0.

А на другом стволе «Главный» наблюдалась такая же картина, но только при углубке 16.11.1993 года на отметке 650 м составляющая главных нормальных напряжений составила по простиранию σ_1 = -103,1 МПа, азимут А = 38°, а 13.05.1996 года на глубине 792м горизонтальная главная составляющая – по простиранию σ_1 = -93,9МПа с азимутом А = 28^0. Такое изменение величины главной нормальной горизонтальной составляющей по глубине тектонического поля напряжений объясняется наличием в массиве зоны систем трещин глинки трения (мощностью 0,6–1,0 м) в интервале глубин -194÷-242 м ствола «Клетевой». На отметке -77 м (Н = 590 м) этого ствола в гранодиоритах происходит концентрация напряжений, а в стволе «Главный» на отметке -137 м (Н = 650 м) в туфопесчаниках концентрация

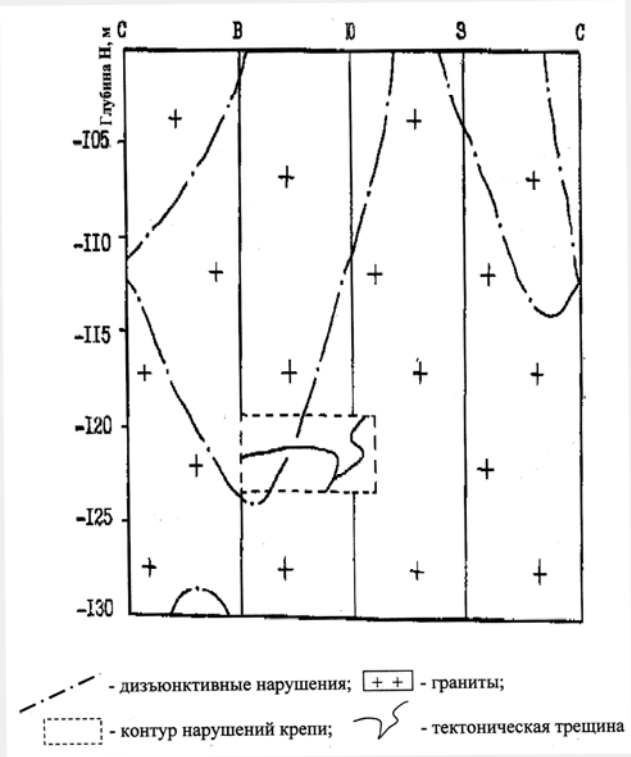
напряжений понизилась за счет неоднородности пород в массиве и меньшего поперечного сечения ствола.

В интервалах глубин -197÷-272 м обоих стволов главная горизонтальная составляющая нормальных напряжений имеет одинаковую величину, но при разных направлениях. Плагиограниты слагают забой ствола «Клетевой» и находятся в зоне систем трещин глинки трения, направление этой зоны В-З, которая выходит к югу, но с тем же ориентированным направлением ЮВ-ЮЗ, расстояние этого нарушения 4,0-5,0 м, то есть она идет на выклинку.

А забой ствола «Главный» слагают туфопесчаники в интервале глубин – 272 м (Н = 792 м), эти породы находятся в состоянии общей трещиноватости, поэтому главная горизонтальная составляющая нормальных напряжений будет одинакова как в самой, так и вблизи зоны системы трещин глинки трения.

Первоначальные напряжения сжатия – это те напряжения, что были в массиве до проходки ствола и сменялись деформациями растяжения в интервалах глубин 118 и 710 м после проходки, за счет тектонических нарушений.

В стволе «Клетевой» в интервале глубин 635.0-639.0 м (отм.-123 м), где происходила концентрация тектонических напряжений произошел микроудар с повреждением монолитной бетонной крепи (см. рисунок), в звуковом сопровождении и сотрясением горного массива в призабойном контуре. Выше забоя ствола на 10 м обнаружена трещина в крепи длиной 4,0 м и шириной 5мм, уходящая вглубь массива в юго-восточном направлении. Бетонную крепь возводили 27.12.1997 года, высота заходки укладки бетона 4,0 м, толщина уложенного бетона 400-500 мм. Проектная марка бетона М200, а при контрольном испытании образцов через 28 дней в лабораторных условиях получено – прочность бетона 152 кг/см^2 или 76 % от М200, а при испытании образцов, доставленных с места укладки после нарушения крепи, получили прочность бетона 107 кг/см^2 или 54 % от М200. Срок твердения бетона на момент обследования 34 дня, кроме этих факторов на прочность крепи повлияли: повышенная влажность и температура воздуха в забое (t = 10-12 градусов). А при твердении бетона в условиях с повышенной влажностью и температурой ниже +20 градусов набор прочности замедлен и в месячный



Геологическая схема участка ствола «Клетевой», где произошел микроудар

срок составляет 60-70 %.

Механизм проявлений динамических явлений (микроударов) объясняется нагружением массива, состоящего из разных типов горных пород, залегающих на различных глубинах и при достижении критического состояния одних типов пород относительно других происходит сдвиговое перемещение по контактам ослабления. Например, на глубине 590 м ствола «Клетевой» залегают гранодиориты с прочностью $\sigma_{сж}$ = 132,2 МПа и главной горизонтальной составляющей σ_1 = -124,0 МПа, а в стволе «Главном» на глубине 650 м – туфопесчаники с пределом прочности на сжатие $\sigma_{сж}$ = 96,4 МПа и главной горизонтальной составляющей тектонического поля напряжений σ_1 = -93,9 МПа, что подтверждает не соответствие прочностных свойств монолитной бетонной крепи данной заходки (т.е. выше забоя на 10 м) в таких геомеханических условиях.

Необходимо отметить, что ранее (с 25.07.1997 года) в стволе «Клетевой» имели место стреляния пород с интенсивным заколообразованием с отметки глубин – 90 м, где производились работы по рассечке этого горизонта. За период 179 суток произошло 17 случаев стреляния горных пород и впервые – микроудар, при котором образовались трещины в бетонной крепи и отслоения по всей высоте заходки в секторе В-Ю.

Место проявления микроудара приурочено к контакту тектонического нарушения в гранитах, в зоне влияния тектонического нарушения наличие трещины карбонат-сульфидных пород мощностью 1-3 см в направлении север-юг. Направление разрушения породы при микроударах ориентировано перпендикулярно к действию максимальных напряжений.

Таким образом, с течением времени контур призабойного массива вертикальных стволов испытывает сложное напряженно-деформированное состояние со знакопеременными деформациями, что необходимо учитывать при выборе жестких или податливых элементов крепи глубоких удароопасных стволов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Влох Н.П.* Метод частичной разгрузки на большой базе /Н.П. Влох, А.В. Зубков, ЮГ. Феклистов // Диагностика напряженного состояния породных массивов: Сб. науч. тр. – Новосибирск, 1980. – с. 37-42.

2. *Лапин С.С.* Магнетитовые рудные тела, их строение и магнитные свойства / С.С. Лапин // Абаканское железорудное месторождение: Сб. тр. – Новосибирск. Изд-во “Наука” АН СССР СО труды института геологии и геофизики, 1976. Выпуск 212. – с.19-21.

Коротко об авторах

Синкевич Н.И. – кандидат технических наук, Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк.