

УДК 622.241.54

В.В. Иванов, Н.Ф. Сурунов, Р.В. Бузук

ОЦЕНКА ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ БЛОКОВ ЗЕМНОЙ КОРЫ, ОБУСЛОВЛЕННЫХ ЕЁ СОВРЕМЕННЫМИ ДВИЖЕНИЯМИ

Промышленное освоение недр и земной поверхности вносит изменения в естественный ход и характер проявления природных процессов. Взаимодействие блочной структуры территории с техногенной деятельностью человека приводит к повышению частоты возникновения и мощности динамических явлений, опасных для людей.

Проекты строительства и эксплуатации горнодобывающих предприятий должны обеспечивать безопасность жизни и здоровья не только работников шахт и разрезов, но и населения в зоне влияния горных работ. Своевременный прогноз опасности и успешное предупреждение горных ударов, внезапных выбросов угля, породы и газа основываются на знании условий их возникновения. Для определения этих условий необходима информация о блоковом строении территории, количественная оценка действующих в блоках сил, описание напряжённого состояния, вызванного этими силами, и выяснение причин, нарушающих их равновесное напряжённое состояние.

Получив блоковое строение территории, можно определить относительные деформации блоков, перемещения блоков по разломам, происходящие в разных режимах и обусловленные природными и техногенными причинами. Смещения блоков земной коры исчисляются мил-

лиметрами в год, поэтому наиболее точно их измерить можно геодезическим методом. По результатам геодезических измерений смещений блоков вычисляют главные компоненты их деформации. Величина и на-

правленность векторов смещений характеризуют динамику и напряжённое состояние блоковых структур. Многолетние геодезические наблюдения за современными движениями земной коры проводились на геодинимическом полигоне, расположенном на

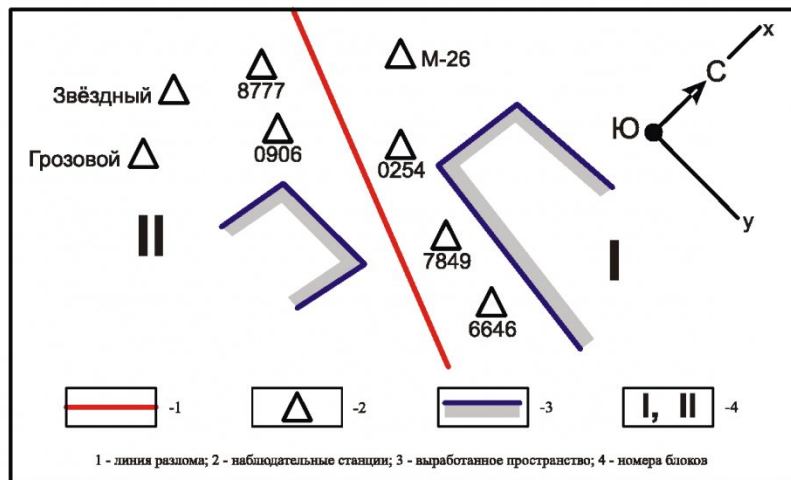


Схема расположения пунктов (наблюдательных станций) на геодинимическом полигоне шахты «Распадская»

лиметрами в год, поэтому наиболее точно их измерить можно геодезическим методом. По результатам геодезических измерений смещений блоков вычисляют главные компоненты их деформации. Величина и на-

поле шахты «Распадская» (см. схему) [1].

Результаты измерения среднегодовых смещений опорных пунктов в проекциях на оси декартовой системы координат Охуз приведены в табл. 1.

Таблица 1

Смещение опорных пунктов геодезической сети

Номер условно выделенного блока земной коры	Опорный пункт	Среднегодовое горизонтальное смещение, мм	Среднегодовое вертикальное смещение, мм	Азимут, град	Компоненты смещений, мм		
					u _i	v _i	w _i
I	М-26	+19,6	-8,0	80°	+3,40	+19,31	-8,0
	6646	+19,8	-0,6	280°	+3,44	-19,50	-0,6
	7849	+11,4	-4,6	295°	+4,82	-10,34	-4,6
	0254	+5,0	+5,0	30°	+4,33	+2,50	+5,0
II	8777	+19,9	-2,3	76°	+4,82	+19,30	-2,3
	Грозовой	+8,3	-4,0	21°	+7,75	+2,97	-4,0
	Звёздный	+7,3	-4,7	50°	+4,69	+5,59	-4,7
	0906	+5,0	-7,5	290°	+1,71	-4,70	-7,5

Таблица 2

Главные направления деформаций и развороты блоков земной коры на поле шахты «Распадская»

Угол I главного направления с осью, °			Угол II главного направления с осью, °			Углы разворота блоков вокруг оси, рад		
Ox	Oy	Oz	Ox	Oy	Oz	Ox	Oy	Oz
62	90	28	90	0	90	$-2,2 \cdot 10^{-6}$	$-8,1 \cdot 10^{-6}$	$8,3 \cdot 10^{-6}$
60	90	30	89	0	91	$-2,0 \cdot 10^{-6}$	$-7,9 \cdot 10^{-6}$	$8,1 \cdot 10^{-6}$

Таблица 3

Главные среднегодовые деформации
на поле шахты «Распадская»

Номер блока	λ_1 , отн. ед.	λ_2 , отн. ед.	λ_3 , отн. ед.	I_1 , отн. ед.
I	$5,69 \cdot 10^{-4}$	$-5,70 \cdot 10^{-4}$	$-3,90 \cdot 10^{-5}$	$-3,84 \cdot 10^{-5}$
II	$6,00 \cdot 10^{-4}$	$-5,50 \cdot 10^{-4}$	$-4,00 \cdot 10^{-5}$	$-1,00 \cdot 10^{-5}$

Таблица 4

Главные дополнительные напряжения, обусловленные сейсмической активизацией блоков земной коры поля шахты «Распадская»

Номер блока	σ_1 , МПа	σ_2 , МПа	σ_3 , МПа	$\sigma_{ср}$, МПа
I	10,8	-11,7	-1,2	-0,7
II	12,0	-10,8	-12,0	-3,6

Оценки главных направлений деформации, главных деформаций и разворотов, условно выделенных блоков I и II представлены в табл. 2 и 3.

Анализ полученных результатов приведён в [1], а методика расчёта главных компонент деформации блоков земной коры по результатам геодезических измерений смещений блоков подробно изложена в [2].

Расчёты и описание напряжённого состояния горных пород осуществляются многочисленными и разнообразными методами. В этих методиках не рассматривается возможность определения дополнительных напряжений, обусловленных современными движениями земной коры, параметры которых непременно должны учитываться на всех стадиях освоения месторождений полезных

ископаемых.

Приведённые в табл.3 данные позволяют оценить главные и средние дополнительные напряжения для блоков шахты «Распадская» при их сейсмической активизации. Расчёт главных дополнительных напряжений производился по следующим формулам (закон Гука):

$$\sigma_1 = \frac{E[(1-\nu)\lambda_1 + \nu(\lambda_2 + \lambda_3)]}{(1+\nu)(1-2\nu)};$$

$$\sigma_2 = \frac{E[(1-\nu)\lambda_2 + \nu(\lambda_1 + \lambda_3)]}{(1+\nu)(1-2\nu)};$$

$$\sigma_3 = \frac{E[(1-\nu)\lambda_3 + \nu(\lambda_1 + \lambda_2)]}{(1+\nu)(1-2\nu)}$$

Главные и средние дополнительные напряжения для блоков I и II шахты «Распадская», рассчитанные при значениях $E = 2,5 \cdot 10^{10}$, Па и $\nu=0,27$, представлены в табл. 4.

Такое приращение напряжений в блоках (табл. 4) сравнимо со снимаемым напряжением при землетрясениях. Величина сброшенного напряжения при сильных землетрясениях, как показывают расчёты Д. Тёркота и Дж. Шуберта, лежит в диапазоне 10 – 100 МПа [3]. Дополнительные напряжения при подвижках блоков, вызванные природными и техногенными причинами, явились причиной горного удара тектонического типа, произошедшего на шахте «Распадская» в период проведения геодезических наблюдений. Исходя из наших расчётов, этот горный удар легко было прогнозировать на основе геодезических измерений смещения блоковых структур в рассматриваемый период времени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов В.В. Оценка главных компонент деформаций блоков земной коры по результатам геодезических измерений её современных движений / В.В. Иванов, Р.В. Бузук, Н.Ф. Сурунов // Вестн.КузГТУ. – 2000. – № 4. – С. 32 – 35.
2. Иванов В.В. Временные методические указания по выявлению блоков земной коры по картам и расчёту главных компонент их деформации на основе измерений смещения пунктов геодезической сети / В.В. Иванов, В.П. Тациенко, В.А. Хмяляйнен, Н.Ф. Сурунов, Р.В. Бузук, Ю.В. Бурков. – Кемерово: КузГТУ, 2005. – 46 с.
3. Тёркот Д. Геодинамика. В 2 ч. Ч. 2. Геологические приложения физики сплошных сред / Д. Тёркот, Дж. Шуберт. – М.: Мир, 1985. – 360 с.

□ Авторы статьи:

Иванов
Вадим Васильевич
- докт. техн. наук, проф. каф. теоретической и геотехнической механики

Сурунов
Николай Фёдорович
- инженер геологического музея

Бузук
Ростислав Вячеславович
- канд. техн. наук, доц. каф. маркшейдерского дела и геодезии