

УДК 504.55.054:622 (470.6)

DOI: 10.23671/VNC.2017.1.9474

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ РАЗРАБОТКИ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПО ФАКТОРУ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ

© 2017 В. И. Голик^{1,2}, д.т.н., проф., К. Г. Каргинов¹, д.т.н., проф.,
О. Г. Бурдзиева², к.г.н., В. И. Ляшенко³, к.т.н.

¹ФГБОУ ВО Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет), Россия, 362021, РСО-Алания, г. Владикавказ, ул. Николаева, 44, e-mail: v.i.golik@mail.ru;

²Геофизический институт – филиал ФГБУН ФНЦ «Владикавказский научный центр Российской академии наук», Россия, 362002, РСО-Алания, г. Владикавказ, ул. Маркова, 93а, e-mail: cgi_ras@mail.ru;

³Украинский научно-исследовательский и проектно-изыскательский институт промышленной технологии, Украина, 52204, Днепропетровская обл., г. Желтые Воды, ул. Бульвар Свободы, 37

Систематизированы особенности локализации и разработки месторождений руд сложного строения с развитой тектоникой и интенсивной трещиноватостью. Приведены результаты исследования влияния взрывных работ в экспериментальном блоке. Определены количественные параметры сейсмического действия взрыва с учетом закономерностей распространения сейсмозврывных колебаний. Определена сейсмобезопасная величина заряда для промышленных и гражданских строений, жилых зданий и других объектов. Описаны закономерности распространения сейсмического действия взрыва в районе ведения горных работ. Даны рекомендации по применению природоохранных и ресурсосберегающих технологий для камерных систем разработки с закладкой выработанного пространства твердеющими смесями.

Ключевые слова: месторождение, взрыв, блок, сейсмика, колебание, заряд, технология, закладка, твердеющая смесь.

Введение

Месторождения металлических руд локализуются в залежах сложного строения с развитой тектоникой и интенсивной трещиноватостью (коэффициент структурного ослабления 0,1-0,4).

Горно-геологические и гидрогеологические условия месторождений позволяют применять технологии с заполнением выработанного пространства твердеющей смесью (рис. 1) [Бубнов и др., 1992].

Эффективность разработки таких месторождений камерными системами с закладкой выработанного пространства зависит от учета сейсмического действия взрыва при выборе параметров буровзрывных работ. Поэтому применение сейсмобезопасной технологии с сохра-

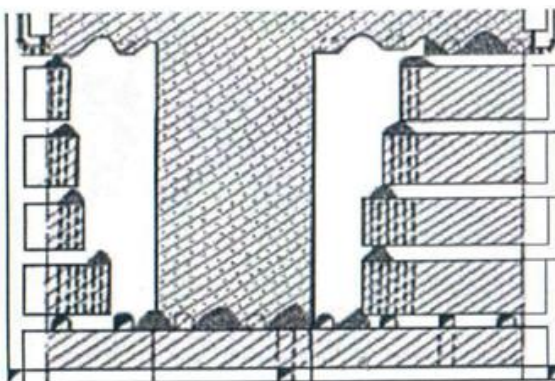


Рис. 1. Камерная система с отбойкой из подэтажных выработок и закладкой выработанного пространства твердеющими смесями

нением природно-техногенных объектов является важной научно – технической задачей.

Такие технологии применяют при отработке крутопадающих рудных залежей, например, Украины с углом падения более 50° и мощностью от 3 до 100 м. Руда и вмещающие породы – устойчивые, с коэффициентом крепости по Протодяконову не менее 12 [Голик и др., 2001].

Параметры блоков: высота – 60-70 м (обычные блоки) или 100-120 м (высокие блоки), длина – 20-100 м, ширина равна мощности рудного тела при расположении камер по простиранию залежей и 15-20 м при расположении камер вкрест простирания залежей, высота подэтажа – 10-20 м.

Запасы блока отрабатывают в одну стадию. Отработка фланговая или от центра к флангам. Выработанное пространство камер оставляется открытым или заполняется твердеющей смесью. Между камерами первой очереди оставляют целики шириной, равной ширине камер, потолочин над камерами, как правило, не оставляют. Основная часть блоков располагается по простиранию залежей (до 60%) (табл. 1).

Таблица 1.

Основные параметры очистных блоков

Элементы блока	Варианты системы разработки	
	Подэтажные орты	Подэтажные штреки
Высота камеры, м	70	70
Длина камеры, м	до 50	до 45
Ширина камеры, м	свыше 15	до 15
Высота подэтажа, м	до 15	до 15
Расстояние между дучками, м	8-10	8-10
Высота подсечки, м	10	10

Результаты исследования

Производство взрывных работ в экспериментальном блоке осуществлялось по-веерно, короткозамедленно с использованием электродетонаторов ЭДКЗ. Применяемое взрывчатое вещество (ВВ) – граммонит 79/21. Диаметр заряжаемых скважин – 85 мм. Количество скважин в веере – 13 шт. Количество взрываемого ВВ в блоке – 944 кг. Масса ВВ на интервал замедления – 578 кг.

Объектами, защищаемыми от сейсмических колебаний, являлись (рис. 2) [Ляшенко, Голик, 2006]:

- природные: пойма реки Ингул и прилегающая поверхность;
- техногенные: охранный подречной целик, подземные выработки и коммуникации;
- инженерные: линии электропередач, водопроводы, теплопроводы, канализационные сети, вентиляционный ствол с надшахтным зданием и вентилятором главного проветривания, закладочный комплекс, шурф, копры шахт;
- инфраструктура: магазин, жилые дома, административные здания.

Скорость смещения измеряли приборами-велосиметрами № 003 (МСП «МЕП-ТОН» г. Киев) и BlastMateSeries III (Instatel, Канада, Оттава). Сходимость результатов расчета оказалась достаточной при погрешности не более 15%.

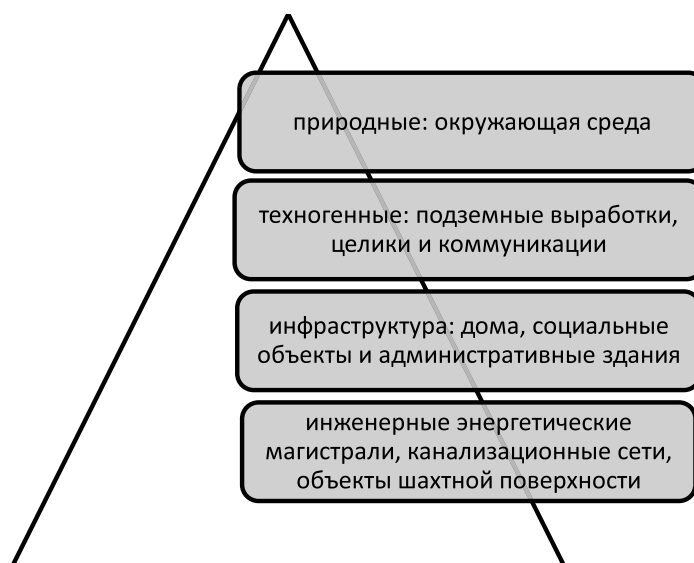


Рис. 2. Защищаемые от сейсмических колебаний объекты

При оценке сейсмического действия взрыва на сооружения, в горных массивах деформации горных пород не должны превышать пределов допустимой относительной деформации $\epsilon = 0,0002-0,0003$, гарантирующей устойчивость массивов при многократном производстве взрывных работ (табл. 2) [Ляшенко и др., 1992].

Таблица 2.

Допустимые относительные деформации

Характеристика напряженного состояния горного массива	Допустимые относительные деформации
Не удароопасные ($K_v < 0,7$)	0,00030
С низкой вероятностью горных ударов ($K_v \geq 0,71-0,90$)	0,00025
Предрасположенные к горным ударам (образование заколов, шелушение, стреляние); ($K_v > 0,91$)	0,00020

Количественные параметры сейсмического действия взрыва определяют на основании закономерностей распространения сейсмозрывных колебаний в средах. Если отношение расстояния от пункта регистрации r к высоте выработки взрывных скважин h превышает величину $r/h^3 \geq 2,5$, группу скважинных зарядов рассматривают как сосредоточенный (сферический) заряд. Скорость смещения в результате взрыва [Голик, 2014]:

$$U = K \left(\frac{\sqrt[3]{Q}}{r} \right)^n, \text{ см/с,}$$

где K – коэффициент, характеризующий свойства проводящей сейсмические колебания среды; $\rho = \frac{\sqrt[3]{Q}}{r}$ – приведенная масса заряда, кг/м; Q – масса заряда, кг; r – расстояние от места взрыва до пункта наблюдения, м; n – коэффициент, характеризующий условия взрывных работ.

Допустимая масса заряда при известном расстоянии до охраняемых объектов:

$$Q = \left[\frac{U_{\text{дон}}}{K} \right]^{3/n} r^3, \text{ кг.}$$

Безопасное расстояние по сейсмическому действию взрыва при известной массе заряда:

$$r = \left[\frac{K}{U_{\text{дон}}} \right]^{1/n} \sqrt[3]{Q}, \text{ кг.}$$

Если же $r/h < 1$, веер скважин представляет собой систему зарядов с различной концентрацией ВВ по длине. Тогда зависимость скорости смещения от расстояния:

$$U = f(Q^n) \exp(-\alpha \cdot r),$$

где $f(Q^n)$ – функция, характеризующая условия расхождения фронта сейсмической волны; $\exp(-\alpha \cdot r)$ – экспонента, характеризующая затухание сейсмических колебаний с увеличением расстояния от места взрыва вследствие их поглощения; α – коэффициент поглощения.

При $r/h < 1$ совокупность скважинных зарядов в веере можно рассматривать как плоский заряд:

$$f(Q^n) = k q_1^{n_1} q_2^{n_2},$$

где q_1, q_2 – соответственно, удельная концентрация ВВ (вредных веществ) на 1 м^2 площади веера скважин S и на 1 м скважины L , кг; $q_1 = Q/S, q_2 = Q/L$; k и n_1, n_2 – коэффициенты.

Коэффициенты $K; k; n; n_1$ определяются замерами в шахтных условиях.

Основным условием сохранности поверхностных и подземных объектов является сохранение породного массива и окружающей среды. Величина относительных деформаций при взрыве E_b не должна превышать E_d [Ляшенко, Голик, 2004]:

$$E_d \geq E_b$$

С учетом двукратного запаса прочности при взрыве ВВ:

$$E_b = \frac{V_b}{2C_p}$$

где V_b – скорость смещения при взрыве, см/с; C_p – скорость распространения продольных волн в породах, см/с.

Для обеспечения сохранности объектов и устойчивости обнажений, скорость смещения V_b не должна превышать допустимой V_d (табл. 3).

При производстве подземных взрывов сейсмические сотрясения испытывают как поверхностные, так и подземные объекты.

Сейсмобезопасная масса заряда для промышленных и гражданских строений, жилых зданий и других объектов, расположенных на поверхности:

$$Q = \left(\frac{V_d}{38,4} \right)^{2,68} \cdot R^3, \text{ кг.}$$

Таблица 3.

Допустимая скорость смещения для сооружений по классам

Горные породы	Скорость продольных волн, м/с*10 ³	Допустимая скорость смещения для сооружений по классам, см/с			
		I	II	III	IV
Рыхлообломочные отложения и наносы	1-2	4,08	8,2	12,2	20,4
Сильно трещиноватые с глиной и пористостью	2-3	6,8	13,6	20,3	34,0
Скальные со значительной трещиноватостью	3-4	9,5	19,0	28,4	47,5
Относительно монолитные с отдельными трещинами	4-5	12,2	24,4	36,7	60,0
Монолитные, слаботрещиноватые	5-6	14,9	29,8	44,6	74,5
Крепкие и монолитные	6-7	17,8	35,6	53,3	89,0

Сейсмобезопасная масса заряда для подземных сооружений (стволы шахт, камеры водоотлива, электроподстанции, окоlostвольные дворы) и обнажений выработок, пройденных в массиве горных пород:

$$Q = \left(\frac{V_d}{575} \right)^{1,44} \cdot R^3, \text{ кг.}$$

Зависимость скорости смещения от расстояния и концентрации ВВ на 1 м длины скважины:

$$V = 4,3 q_2^{1,66} \times \exp(-0,02 r) 10^{-2}, \text{ см/с.}$$

К геологическим факторам, влияющим на интенсивность сейсмозрывных волн, относятся прослой рыхлых отложений, тектонические разломы, обводненность массива и др. Интенсивность колебаний зависит от мощности наносов: чем она больше, тем выше их поглощающая способность. При прохождении взрывных волн сквозь закладочный материал интенсивность сейсмических колебаний уменьшается в 1,5-2,0 раза (табл. 4) и [Golik et al., 2015a].

Основным критерием оценки сейсмического действия взрыва является скорость смещения грунта. Допустимая скорость смещения: 1 см/с – для нарушенных зданий и комфортного проживания населения, 3 см/с – для жилых зданий, находящихся в хорошем состоянии, 5 см/с – для сохранения водного объекта [Golik et al., 2016].

Сейсмобезопасная масса заряда при различных расстояниях от взрыва до охраняемых объектов представлена в табл. 5.

Закономерности распространения сейсмического действия взрыва (рис. 3):

– для рудных охранных целиков, подземных выработок и горных массивов, расположенных параллельно вееру взрывных скважин:

$$U = 575 r^{2,08}, \text{ см/с,}$$

– для кровли, бортов камер и породных целиков, расположенных нормально к вееру взрывных скважин:

$$U = 145 r^{2,08}, \text{ см/с,}$$

– при воздействии и распространении сейсмозрывных волн в искусственном массиве:

$$U = 85 r^{1,28}, \text{ см/с.}$$

Таблица 4.

Оценка уровня сейсмоколебаний

Ситуация при взрывании	Изменение скорости смещения, ед	Возможное изменение массы заряда, ед
Объект от заряда находится:		
с тыльной стороны	Принято за 1,0	Не изменяется
с фронтальной стороны,	Уменьшение – 2,0	Увеличение – 2,6
с фланга	уменьшение – 1,5	увеличение – 1,75
Взрывание:		
при образовании щели	Уменьшение – 2,0	Увеличение – 2,6
при отбойке вееров	уменьшение – 1,5	увеличение – 1,75
Прохождение взрывной волны сквозь открытое пространство	Уменьшение – 2	Увеличение – 2,6
Применяемое ВВ:		
граммонит 79/21	Принято за 1,0	Не изменяется
гранулит АС-4	Увеличение – 1,03	Уменьшение – 1,05
гранулит АС-8	увеличение – 1,12	уменьшение – 1,15
Мощность наносов в основании объекта:		
10 м	Принято за 1,0,	Не изменяется,
>10 м	уменьшение – 1,5-2,0	Увеличение – 1,2
Охраняемый объект находится за тектоническим разломом (экраном)	Уменьшение – 1,1-1,13	Увеличение – 1,15

Таблица 5.

Сейсмобезопасная масса заряда при взрыве вееров и рядов скважин

Глубина взрывных работ, горизонт, м	160	180	192	204	230	260	285	300
Сейсмобезопасная масса заряда, кг	75	105	130	150	220	320	420	490
Расчетный интервал замедления, м/с	50	53	55	57	60	65	68	70

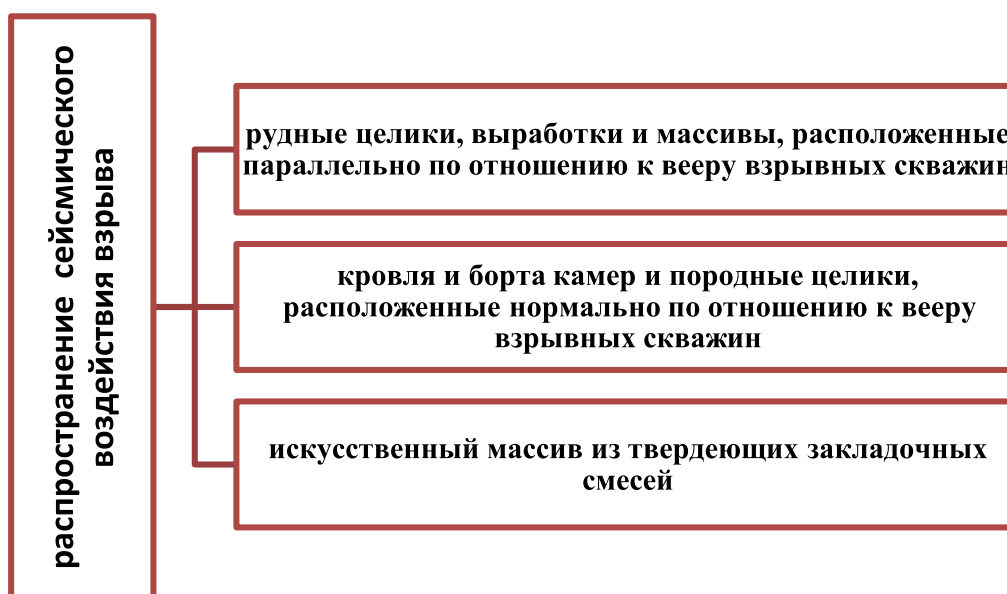


Рис. 3. Скорость распространения сейсмического воздействия

Изменение скорости смещения в ближней зоне в зависимости от концентрации ВВ на 1 м² площади веера и на 1 м скважины [Исмаилов и др., 2005]:

$$U = 4,5q_1^{2,1} \times \exp^{(-0,02 r)} 10^{-2};$$

$$U = 4,3 q_2^{1,66} \times \exp^{(-0,02 r)} 10^{-2}.$$

Допустимые скорости смещения и концентрации ВВ на 1 м² площади веера и на 1 м длины скважины для подземных объектов двух шахт при взрывании веерных скважинных зарядов приведены в табл. 6 и 7.

Таблица 6.

Реакция объектов на взрывное сотрясение

Объект	Допустимая скорость смещения, см/с
Расположение параллельно скважинным зарядам	
Охранный целик	24
Рудный, междокамерный целики	36
Выработки	44
Расположение нормально к скважинным зарядам	
Борта камер, потолочина	36
Выработки	44
Закладочный массив	26

Таблица 7.

Допустимые концентрации ВВ

Объект	Допустимая скорость смещения, см/с	Допустимая удельная концентрация ВВ	
		На 1 м ² площади веера, кг/м ²	На 1 м скважины, кг/м
Закладочный массив	26	2,31	2,95
Рудные целики	36	2,69	3,59
Борта камер, потолочина	40	2,83	3,83
Очистные выработки	44	2,96	4,05

При отработке рудных залежей в зонах динамического проявления горного давления горные работы ведут так, чтобы их фронт удалялся от зон, а эксплуатационные блоки нарезают с учетом распространения сейсмозрывных волн через отработанные камеры, а не через целик [Мельков, Заалишвили, 2008].

Измерение скоростей смещения грунта в зоне жилой застройки города, вызванных сейсмическими колебаниями от подземных взрывов, проведены в условиях месторождения Украины. Взрывание зарядов порядное и повеерное, с использованием электродетонаторов короткозамедленного действия. Применяемые ВВ – граммонит 79/21 и аммонит №6ЖВ. Диаметр заряжаемых скважин 67,85 мм. Количество скважин в веере от 17 до 18, в ряду – от 10 до 14 шт. Количество взрываемого ВВ в блоке изменялось от 272 до 726 кг. Масса ВВ на интервал замедления изменялась от 61,4 до 271 кг. Серии замедлений изменялись от 1 до 9. Контрольные замеры проводились на девяти пунктах наблюдений.

Снижение сейсмического действия взрыва обеспечивает сохранность поверхностных объектов в районе ведения горных работ, в частности, путем применения природоохранных и ресурсосберегающих технологий [Голик и др., 2014].

Установлено, что отработку рудной залежи или ее части очистные блоки целесообразно производить так, чтобы ветхие здания находились по отношению к плоскости взрыва с фланга; создавать экранирующую щель; отрезную щель размещать в центре блока, что разделяет фронт волны и уменьшает сейсмическое воздействие на охраняемые объекты; при фланговой отработке или с висячего бока залежи камерных запасов, отбойку руды вести с опережением верхнего этажа на величину 3-4 линий наименьшего сопротивления (ЛНС); применять внутривеерное замедление (2 интервала); применять диаметр взрывных скважин в веере не более 65 мм [Ляшенко и др., 2000].




При взрывных работах масса заряда на одно замедление не должна превышать 600 кг; масса заряда на один взрыв в одном блоке не должна превышать 2500 кг; количество взрываемых блоков – не более двух; время задержки между взрывами в блоках определяется продолжительностью сейсмозрывных сотрясений и во избежание интерференции колебаний рекомендуется не менее 3 с; интервал замедления между группами взрываемых зарядов принимать не менее 50 м/с, а при меньшем времени замедления число взрываемых групп зарядов должно быть ограничено пятью-шестью; количество взрывов в год не должно превышать 100-150.

В результате выполненных расчетов осуществлено прогнозирование смещения грунтов поверхности в районе жилой застройки (табл. 8).

Таблица 8.

Прогнозирование скорости смещения поверхности

Масса заряда на интервал замедления, кг	Скорость смещения, см/с					
	Расстояние от места взрыва до объектов, м					
	100	125	150	200	250	300
100	1,08	0,69	0,48	0,27	0,17	0,12
125	1,25	0,80	0,56	0,31	0,20	0,14
150	1,41	0,90	0,63	0,35	0,23	0,16
175	1,56	1,00	0,70	0,39	0,25	0,175
200	1,71	1,09	0,76	0,43	0,27	0,19
225	1,85	1,18	0,82	0,46	0,30	0,205
250	1,98	1,27	0,88	0,49	0,32	0,22
300	2,24	1,43	1,00	0,56	0,36	0,25
400	2,72	1,73	1,21	0,68	0,43	0,30
500	3,15	2,02	1,40	0,79	0,50	0,35
700	3,91	2,52	1,75	0,98	0,63	0,44
1000	5,0	3,20	2,22	1,25	0,80	0,56

-  – зона запредельных значений;
-  – зона допустимых значений при низкой частоты взрывов;
-  – зона допустимых значений при высокой частоты взрывов.

Опытным путем определена необходимость снижения скорости смещения грунтов до допустимых значений (ниже 0,8 см/с) за счет уменьшения заряда ВВ на одно замедление в два раза (до 0,4-0,5 см/с).

При расчете безопасной массы заряда ВВ на одно замедление для месторождения, расположенного под жилой застройкой города, установлено, что скорость смещения грунтов при взрывании слоя с высотой подэтажа 15 м, шириной камеры 15 м, расчетной линией наименьшего сопротивления 1,7 м при $m = 1$, $a = 1,7$ м и расходе ВВ $1,42 \text{ кг/м}^3$, а также расстоянии от поверхности с жилой застройкой до геометрического центра веерного заряда 168 м, превысила допустимую $0,5 \text{ см/с}$ и составила $0,74 \text{ см/с}$ [Лященко, Голик, 2005].

При тех же параметрах и высоте подэтажа 10 м и расстоянии от места взрыва до поверхности 163 м скорость смещения на одно замедление составила $0,59 \text{ см/с}$, что также превышает допустимую величину. Установлены допустимые скорости смещения для высоты подэтажей от 7,5 м до 15 м (рис. 4).

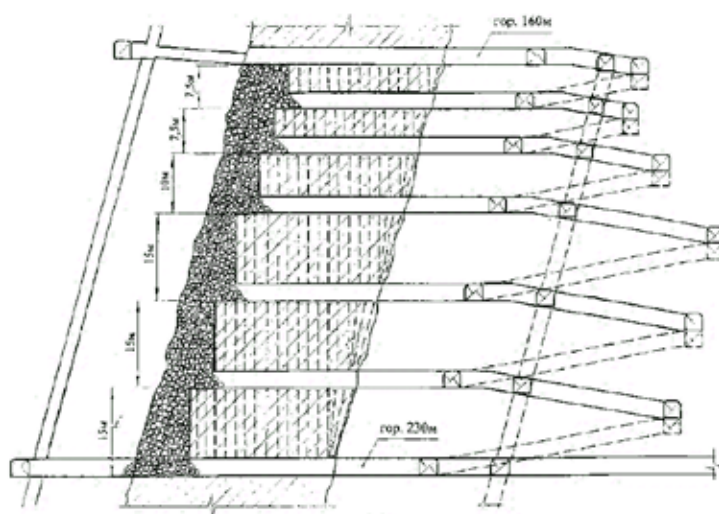


Рис. 4. Безопасная по сейсмическим сотрясениям высоты подэтажа

Сейсмозрывные сотрясения не должны превышать пределов: допустимая скорость для зданий в хорошем состоянии – $3,0 \text{ см/с}$; в удовлетворительном – $2,0 \text{ см/с}$; в неудовлетворительном и ветхом – $1,0 \text{ см/с}$.

Для безопасности объектов инфраструктуры допустима скорость смещения до $0,8 \text{ см/с}$ с использованием рекомендуемой технологии взрывных работ.

Для обеспечения в районе жилой застройки нормативной скорости смещения грунтов поверхности $0,5 \text{ см/с}$ высота подэтажей должна быть уменьшена с 15 до 7,5 м.

Выводы

На основе результатов многолетних исследований для камерных систем разработки с закладкой выработанного пространства возможны рекомендации:

1. Сейсмозрывные сотрясения не должны превышать предельных скоростей смещения: для зданий в хорошем состоянии – $3,0 \text{ см/с}$; в удовлетворительном – $2,0 \text{ см/с}$; в неудовлетворительном и ветхом – $1,0 \text{ см/с}$.

2. При проектировании горных работ необходимо:

- очистные блоки планировать так, чтобы ветхие здания находились по отношению к плоскости взрываемых вееров или с фронта, или с фланга;
- отрезную щель располагать в центре блока;

- при фланговой выемке камерных запасов, отбойку руды вести с опережением верхнего этажа на величину 3-4 линий наименьшего сопротивления;
- сейсмическая безопасность достигается при отбойке веерами скважин диаметром 65-85 мм;
- эффективно экранирование сейсмозрывных волн при отбойке массива в очистных блоках;
- масса заряда на один взрыв в одном блоке не должна превышать 1500 кг;
- количество одновременно взрывааемых блоков должно быть не более двух;
- интервал замедления между группами взрывааемых зарядов составляет 50 м/с и более.

Установленные закономерности природных и техногенных объектов горного производства могут быть использованы при оптимизации параметров разработки рудных месторождений по фактору сейсмостойкости в пределах горнодобывающих регионов России, например, Северного Кавказа [Воробьев и др., 1998; Каплунов и др., 2015]. Разработки представляют интерес для решения традиционно важных проблем горного дела в ведущих центрах добычи полезных ископаемых подземным способом [Каплунов и др., 2015; Бурдзиева, 2010; Golik et al., 2015б, в; Haifeng Wang et al., 2012].

Литература

1. Бубнов В. К., Спиринов Э. К., Капканщиков А. М. и др. Теория и практика добычи полезных ископаемых для комбинированных способов выщелачивания. – Акмола: Жана Арка, 1992. – 545 с.
2. Бурдзиева О. Г. Динамика изменения природной среды горного региона под влиянием горнодобывающей деятельности // Проблемы региональной экологии. – 2010, № 5. – С. 17-27.
3. Воробьев А. Е., Голик В. И., Лобанов Д. П. Приоритетные пути развития горнодобывающего и перерабатывающего комплекса Северо-Кавказского региона. – Владикавказ: Рухс, 1998. – 321 с.
4. Голик В. И. Природоохранные технологии разработки рудных месторождений. Учебное пособие. – М.: Инфра – М, 2014. – 190 с.
5. Голик В. И., Заалишвили В. Б., Бурдзиева О. Г. Геофизический мониторинг подземной разработки месторождений. – М.: ГИАБ, 2014. – № 2. – С. 34-39.
6. Голик В. И., Хадонов З. М., Габараев О. З. Управление технологическими комплексами и экономическая эффективность разработки рудных месторождений. – Владикавказ, 2001. – 390 с.
7. Гуриев Г. Т., Воробьев А. Е., Голик В. И. Человек и биосфера: устойчивое развитие. – Владикавказ: Терек, 2001. – 474 с.
8. Исмаилов Т. Т., Голик В. И., Дольников Е. Б. Специальные способы разработки месторождений полезных ископаемых. – М.: МГГУ, 2005. – 331 с.
9. Каплунов Д. Р., Рыльникова М. В., Радченко Д. Н. Проблема использования возобновляемых источников энергии в ходе разработки месторождений твердых полезных ископаемых. Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2015. – № 1. – С. 88-96.
10. Ляшенко В. И., Коваленко В. Н., Голик В. И., Габараев О. З. Бесцементная закладка на горных предприятиях. – Москва, 1992. – 95 с.

11. Ляшенко В. И., Голик В. И., Габараев О. З. Комбинированные технологии, сочетающие открытый и подземный способы разработки месторождений сложной структуры // Цветная металлургия. – 2000. – № 10. – С. 1-7.

12. Ляшенко В. И., Голик В. И. Научные основы управления состоянием горного массива при подземной разработке месторождений сложной структуры // Геотехническая механика: Межотраслевой сборник научных трудов. Институт геотехнической механики им. М. С. Полякова НАН Украины. – Днепропетровск. – 2004. – Вып. 51. – С.135-143.

13. Ляшенко В. И., Голик В. И. Геомеханический мониторинг горного массива при подземной разработке месторождений сложной структуры // Металлургическая и горнорудная промышленность. –2005. – № 2. – С.68-71.

14. Ляшенко В. И., Голик В. И. Научные основы управления состоянием горного массива при подземной разработке урановых месторождений // Науковий вісник НГУ України. – 2006. – № 1. – С. 22-27.

15. Мельков Д. А., Заалишвили В. Б. Моделирование параметров управления массивом при подземной разработке месторождений // Деп. в МГГУ. 12.09.08. № 659/11-08. – М. – 2008. – 12 с.

16. Golik V., Komashchenko V., Morkun V., Khasheva Z. The effectiveness of combining the stages of ore fields development // Metallurgical and Mining Industry. – 2015a. – Т. 7. № 5. – Pp. 401-405.

17. Golik V., Komashchenko V., Morkun V., Burdzieva O. Simulation of rock massif tension at ore underground mining // Metallurgical and Mining Industry. – 2016. – № 7. – Pp.76-79.

18. Golik V., Komashchenko V., Morkun V. Geomechanical terms of use of the mill tailings for preparation // Metallurgical and Mining Industry. – 2015b. – № 4. – Pp. 321-324.

19. Golik V., Komashchenko V., Morkun V., Khasheva Z. The effectiveness of combining the stages of ore fields development // Metallurgical and Mining Industry. – 2015 в. – № 5. – Pp. 401-405.

20. Haifeng Wang, Yaqun He, Chenlong Duan, Yuemin Zhao, Youjun Tao, Cuiling Ye. Development of Mineral Processing Engineering Education in China University of Mining and Technology // Advances in Computer Science and Engineering. AISC 141. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg. – 2012. – Pp. 77-83.

DOI: 10.23671/VNC.2017.1.9474

OPTIMIZATION OF ORE DEPOSITS SEISMIC FACTOR PARAMETERS DESIGN

© 2017 V. I. Golik^{1,2}, Sc. Doctor (Tech.), prof., K. G. Karginov¹, Sc. Doctor (Tech.),
prof., O. G. Burdzieva², Sc. Cand. (Geogr.), V. I. Lyashenko³, Sc. Cand. (Tech.)

¹North Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological University),
Russia, 362201, RNO-Alania, Vladikavkaz, Nikolaev str., 44, e-mail: v.i.golik@mail.ru;

²Geophysical institute VSC RAS, Russia, 362002, RNO-Alania, Vladikavkaz, Markov
street, 93a, e-mail: cgi_ras@mail.ru;

³Ukrainian Scientific-research and Design Research Institute of Industrial Technology,
Ukraine, 52204, Dnipropetrovsk oblast, Zholti Vody, Freedom Boulevard str., 37

Systematized features of localization and development of ore deposits complex structure developed tectonics and intense fracturing. The results of studies of the effect of blasting operations in the experimental section. The quantitative parameters of the seismic action explosion taking into account the laws of propagation of seismic vibrations. Determined seismic safety for industrial and civil buildings, residential buildings and other objects of value of the charge. The regularities of seismic action of explosion in the area of mining. Recommendations on the use of environmental and resource-saving technologies for the development of camera systems with laying out space hardening mixtures.

Keywords: Mine explosion, power, seismic, swing, battery technology, bookmark, hardening mixture.