

ностроение, 1972.- 232 с.

4. **Смирнов Н.В.** Курс теории вероятностей и математической статистики для технических приложений / **Н. Смирнов, И. Дунин-Барковский.** - М.: Наука, 1969.- 511 с.

5. **Езекиэл М.** Методы анализа корреляций и регрессий (линейных и криволинейных) / **М. Езекиэл, К. Фокс:** пер. с англ. Л.С. Кучаева; под ред. Н.К. Дружинина.- М.: Статистика, 1966.- 557 с.

Рукопис подано до редакції 17.02.14

УДК 622.012.2.063

Б.И. РИМАРЧУК, д-р техн. наук, Г.Т. СЕДУНОВА, Т.С. ГРИЩЕНКО
Криворожский национальный университет

ПУТИ СНИЖЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ СЕЙСМИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ НА ПРИЛЕГАЮЩЕЙ ТЕРРИТОРИИ ПРИ МАССОВЫХ ВЗРЫВАХ НА Ш. ИМ. ОРДЖОНИКИДЗЕ

Дан анализ влияния массовых взрывов за период 2010-2012 гг. на сейсмические колебания земной поверхности. Найден пути снижения сейсмических колебаний при массовых взрывах, как путем увеличения времени замедления между взрывами, так и оптимизации параметров зарядов.

На шахте им. Орджоникидзе производится доработка запасов магнетитовых кварцитов гор. 527 м севернее 13 оси. По своим физико-механическим свойствам магнетитовые кварциты устойчивые, слаботрещиноватые. Коэффициент крепости магнетитовых кварцитов по М.М. Протодьяконову составляет $f=10-14(10\%)$; $f=15-18(40\%)$; $f=19-20(50\%)$. Запасы очистной камеры +8 оси и северного участка отбивались зарядами ВКЗ. При этом масса взрываемого в одно замедление ВВ достигала 20 т. Интенсивность колебаний земной поверхности достигала 6 баллов. Отбойка запасов очистных камер проводилась, в основном, веерами глубоких скважин. Отбойка запасов целиков на очистные камеры, посадка потолочины и разрушение МКЦ производилась, в основном, взрыванием ВКЗ и ГКЗ. При скважинной отбойке, диаметр скважин составляет 105 мм, расстояние между концами скважин - 3 м, расстояние между веерами скважин - 3 м. При отбойке ВКЗ ЛНС составлял 10-20 м.

Для снижения интенсивности колебаний земной поверхности, прилегающей к шахтному полю, величина массы ВВ была снижена до 15 т. Однако, как показали инструментальные наблюдения, даже при этом снижении объема одновременно взрываемого ВВ интенсивность сейсмических колебаний земной поверхности в районе жилых домов по ул. Вали Котика иногда превышала допустимый уровень.

За период 2008-2012 гг. ГП «НИГРИ» было произведено десять измерений интенсивности воздействия взрывов на поверхность. При этом общий объем взрываемого ВВ изменялся от 29,9 до 125,5 т. А в отдельных сериях замедления взрывания зарядов объем ВВ изменялся от 6,0 до 20,0 т. Расстояние от места взрыва до мест измерений сейсмических колебаний составило: по висячему боку залежи от 350 до 850 м, а по лежачему боку от 250 до 1200 м.

На основании выполненного анализа интенсивности воздействия массовых взрывов с применением ВКЗ видно, что взрывание ВКЗ с массой ВВ до 15 т, генерирует интенсивность сейсмических колебаний на дневной поверхности (за пределами шахтного поля) в пределах 1,5-2,5 см/с, свыше 15 т - в пределах 2,5-3 см/с. Следует заметить, что взрывание пучков скважин в буровых камерах 1,2,3 (взрыв 13.06.10 г.) меньшими объемами ВВ (10-13 т), тоже вызвало интенсивность колебаний в 2,0 см/с.

Интересные результаты получены при взрыве 31 марта 2012 г. по отбойке оставшейся части камерного запаса и посадки потолочины в блоке (+7)÷(+14) оси в этаже 527-447 м. Отбойка была выполнена с использованием вееров глубоких скважин, двух ВКЗ и девяти ГКЗ.

Порядок обрушения потолочины был следующий: первоначально были взорваны ГКЗ, расположенные в центре потолочины с последующим обрушением ее в сторону висячего и лежачего боков. Замедление взрывов ГКЗ было в пределах до 2000 мс. Потом были взорваны веера и пучок глубоких скважин общим весом 13,3 т. Скорость колебаний составила 2 см/с. Вторым был взорван пучок +12 оси и ВКЗ в штреке №5 общим весом 14,6 т. Скорость колебаний увеличилась и составила 3,4 см/с. Третьим в орте +12 оси гор.447 м был взорван ГКЗ №6 и ГКЗ №7

орта (+12) оси гор. 447 м. Общий вес ВВ составил 14,9 т. Скорость сейсмических колебаний при этом незначительно снизилась.

Взрывы ГКЗ весом 10,0 т не вызывали значительных колебаний. Скорость колебания была в пределах 0,5 см/с. Взрыв последних двух ГКЗ весом 14,9 т каждый, не повысил интенсивность колебания.

Скорость колебания оставалась в пределах до 1 см/с. Это подтверждается взрывом двух последних ГКЗ, которые были с массой ВВ по 14,9 т, а скорость колебаний от их взрыва была в 7 раз меньше, чем взрыва первого веера с меньшей массой ВВ, чем указанных ГКЗ. Циклограмма взрыва приведена на рис. 1.

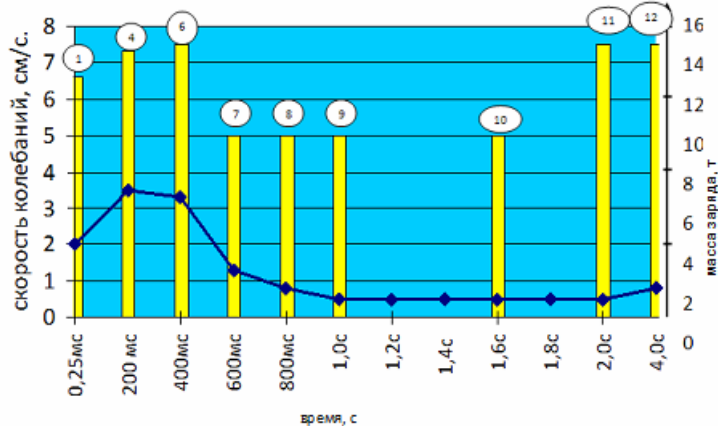


Рис. 1. Циклограмма взрыва зарядов ГКЗ (ВКЗ) и график распределения скорости сейсмических колебаний во времени 1-12 номер серии замедления

Взрыв по разрушению потолочины в блоке +14÷+22 оси в этаже 527-447 м.

В первую очередь взрывали веера №1 и №2 на очистную камеру.

Во вторую очередь взрывали веера №3 и №4.

В третью и последующие пять очередей взрывали ВКЗ массой по

16-18 т.

На первые три взрыва приходится пик сейсмических колебаний, достигающий 2,5 см/с (~5 баллов).

Взрывы ВКЗ весом ~15 т через 1,5-2 с не вызвали значительных колебаний.

Сейсмические колебания были в пределах 1,0 см/с. На рис. 2. приведена циклограмма взрыва.

Проведенный анализ интенсивности сейсмических колебаний взрывов, при отбойке магнетитовых кварцитов, показал, что она зависит от месторасположения массива следующим образом.

При отбойке массива, граничащего со всех сторон с вмещающими породами, интенсивность сейсмических колебаний составляет 6 баллов;

При отбойке массива, граничащего с двух сторон с вмещающими породами и с двух сторон с открытым пространством - 4 балла;

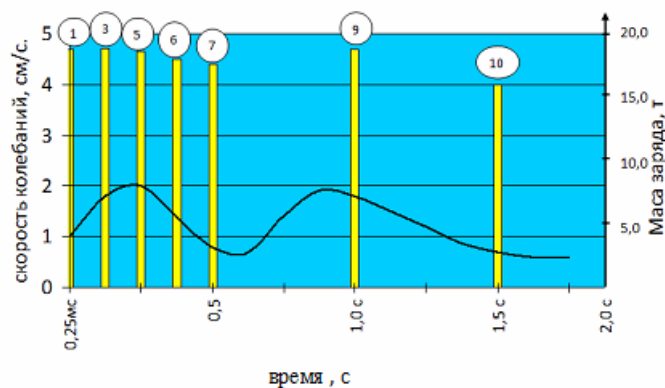


Рис. 2. Циклограмма взрыва скважинных зарядов и график распределения скорости сейсмических колебаний по времени при взрыве в блоке +14 +22 оси в этаже 527-447 м

При отбойке массива, граничащего с трех сторон с обрушенными породами и с одной стороны с вмещающими породами 2,5-3,5 балла;

Если с четырех сторон массив окружен открытым очистным пространством, интенсивность колебаний равна нулю;

Интенсивность генерируемых взрывом сейсмических колебаний земной поверхности за пределами шахтного поля при взрыве зарядов до 15 т на одно замедление составляет 5-6 баллов, а с массой заряда ВВ 20 т - 6 баллов и выше.

При анализе взрывов характерным для циклограмм является то, что на первые 200 мс взрыва приходится пик сейсмических колебаний в пределах 3-3,5 см/с. (рис.1,2).

Последующие взрывы, которые растянуты во времени на 200 и более мс, хотя и равны по массе, не вызывают значительных сейсмических колебаний более 1 см/с.

Этот эффект можно объяснить тем, что при первых сериях замедлений взрывается 3-4 заряда общей массой до 50 т.

Так как интервал времени между взрывами первых зарядов очень небольшой - 50 мс, то происходит наложение ударных волн первого взорванного заряда с ударными волнами последующих взорванных зарядов.

В последующем заряды взрываются через 200-400 мс, поэтому такого эффекта не наблюдается, и интенсивность колебаний снижается в 2-3 раза.

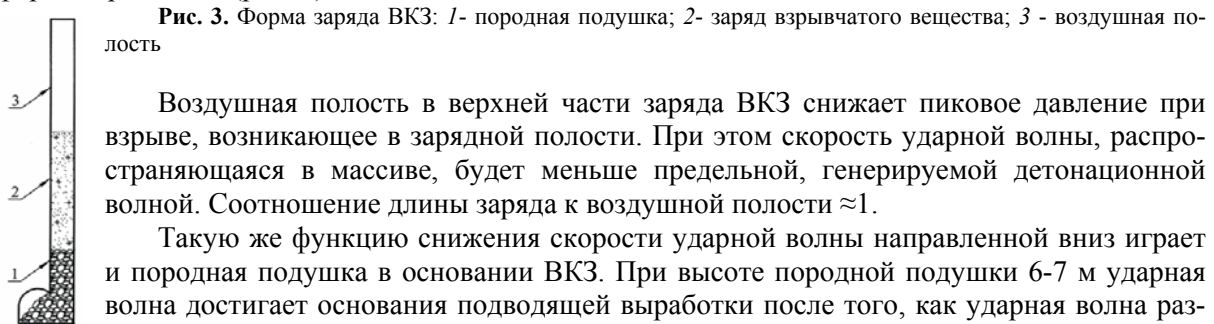
Снижение интенсивности сейсмических колебаний за первые 200 мс и более можно достичь увеличением времени замедления до 200-1000 мс между первыми взрывами.

Сравнительный анализ взрывов вееров глубоких скважин и ВКЗ (ГКЗ) одинаковой мощности показал, что сейсмические колебания при взрыве вееров выше, чем при взрыве ВКЗ.

Псевдосферическая форма заряда (ВКЗ) (отношение длины ВКЗ к его диаметру 5÷8) способствует более интенсивному снижению напряжения на фронте ударной волны, чем удлиненная [1].

Напряжения на фронте ударной волны от взрыва такого заряда обратно пропорционально кубу расстояния, а удлиненного заряда - квадрату расстояния.

Снижению интенсивности сейсмических колебаний при взрыве зарядов ВКЗ способствует форма заряда ВКЗ (рис. 3).



Воздушная полость в верхней части заряда ВКЗ снижает пиковое давление при взрыве, возникающее в зарядной полости. При этом скорость ударной волны, распространяющаяся в массиве, будет меньше предельной, генерируемой детонационной волной. Соотношение длины заряда к воздушной полости ≈ 1 .

Такую же функцию снижения скорости ударной волны направленной вниз играет и породная подушка в основании ВКЗ. При высоте породной подушки 6-7 м ударная волна достигает основания подводящей выработки после того, как ударная волна разрушит слой отбиваемого массива.

Напряжение в массиве упадет, и дальнейшее распространение ударных волн в массиве будет ослаблено.

При отсутствии породной подушки в процессе отбойки магнетитовых кварцитов скорость ударной волны вызывающей сейсмические колебания земной поверхности в 1,6-2,5 раза выше, чем при наличии подушки.

Эффективная длина заряда ВКЗ составляет 0,5 ЛНС.

Полное снижение интенсивности ударных волн возможно только при полном экранировании ударных волн со всех сторон (по всем шести плоскостям) [1].

Экраны представляют собой интенсивно растресканные взрывом слои породы, толщиной (0,2-0,3) ЛНС и расположенные на расстоянии 0,7 ЛНС вглубь отбиваемого массива.

Такие параметры экранирующего слоя позволяют только 8 % энергии ударных волн воздействовать на массив за пределами экранирующего слоя.

Образование экранирующих слоев там, где нет обрушенных пород или открытого пространства позволяет не только снизить интенсивность сейсмических колебаний, но и значительно увеличить массу ВВ на один взрыв при сохранении допустимого уровня сейсмических колебаний. Выполнение условий оптимизации параметров ВКЗ (породная подушка, воздушная полость) также позволяет снизить интенсивность сейсмических колебаний.

Список литературы

1. Рymarчук Б.И. Выбор формы крупномасштабного заряда ВВ и места его расположения во взрывном блоке / Сб. Геотехническая механика, 2005 Днепропетровск. ИГТМ. - С. 203-209.
2. Рymarчук Б.И., Дядечкин Н.И., Павленок Ф.Л., Моргун А.В. / Использование концентрированных зарядов ВВ при отбойке руды на подземных рудниках Криворожского бассейна. Горный журнал – 2009. - №10, С. 67-70.

Рукопись поступила в редакцию 04.03.14