

УДК 622.233.622.235:622.831

Г.Н. Волченко

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАССОВЫХ ВЗРЫВОВ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД НА БОЛЬШИХ ГЛУБИНАХ

Предложен алгоритм проектирования массовых взрывов на подземных рудниках Сибири, позволяющий снизить массу зарядов взрывчатого вещества в ступенях замедления схемы короткозамедленного взрывания.

Ключевые слова: рудный блок, напряжения, схемы взрывания, зона растяжения, разрушение.

С понижением горных работ отмечается тенденция увеличения частоты и энергетического класса динамических проявлений горного давления, повышая трудозатраты на ликвидацию их последствий и создавая реальную угрозу работающим. На рис. 1 представлены тенденции проявлений горного давления в динамической форме на шахте Горно-Шорского филиала ОАО «Евразруда».

Основными факторами, способными вызвать динамические проявления горного давления в массиве пород после массовых взрывов, являются упругие сейсмические волны и процессы, вызванные изменением формы очистного пространства. Величина сейсмической энергии взрыва пропорциональна величине его заряда, а короткозамедленное взрывание при использовании замедлений равных 20 мс и выше снижает сейсмическое действие взрыва до уровня соответствующих масс зарядов инициируемых одной ступенью замедления [1].

В работе [2] для условий Таштагольского рудника установлена устойчивая статистическая зависимость энергии динамических проявлений горного давления, вызываемых сейсмическим эффектом взрыва, от вели-

чины максимального заряда ВВ в ступенях замедлений взрыва. Математическое выражение функции регрессии имеет вид:

$$\lg E = 0,230 \cdot Q_{ВВ}^{\max} - 3,1,$$

где $\lg E$ — класс величины энергии динамического проявления; $Q_{ВВ}^{\max}$ — величина заряда ВВ максимального по заряду замедления взрыва, т.

Исходя из выше представленного анализа, очередность взрывания и определение оптимальной массы заряда ВВ в ступенях замедления при короткозамедленном взрывании напряженных массивов на наш взгляд возможно по следующей методике.

Известно [3], что равновеликие динамические импульсы вызывают меньшую реакцию напряженной среды, чем равные им по суммарной энергии разновеликие. Количество ступеней замедления должно быть максимально возможным (по условиям сохранения коммутационной сети пучков скважин). Масса зарядов в первых ступенях замедления (1, 2, 3 ступень) должна плавно нарастать с выходом на расчетный уровень равновеликих масс зарядов последующих ступеней замедления. После воз-

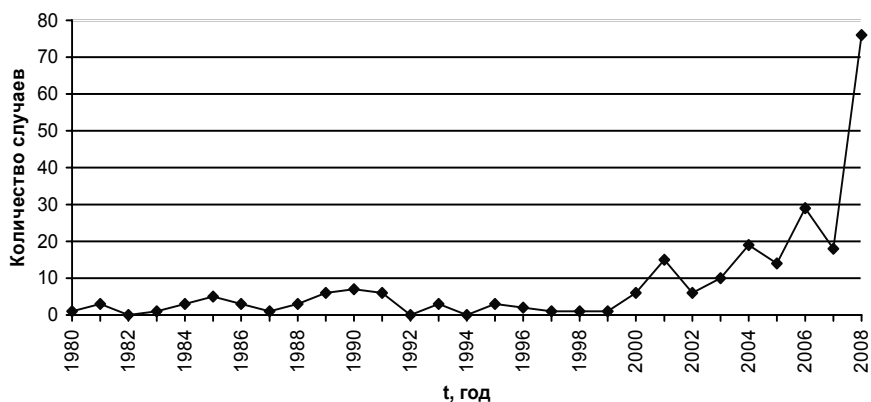


Рис. 1. Частота проявления горного давления в динамической форме на Шерегешевском месторождении

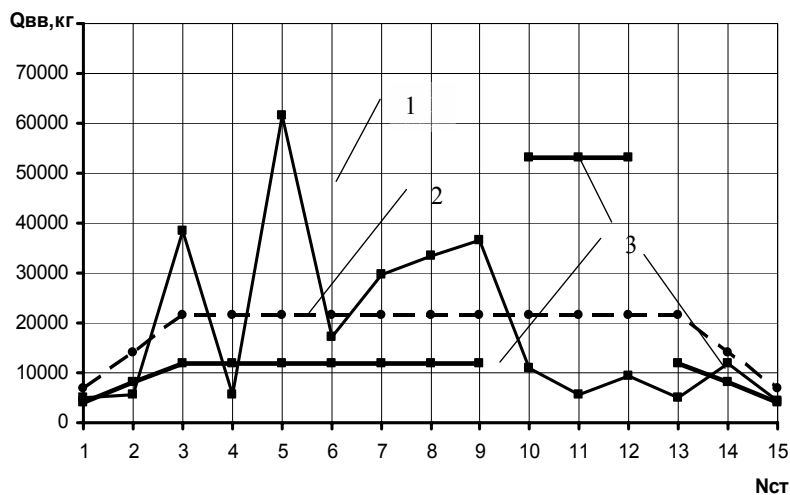


Рис. 2. Распределение массы зарядов ВВ $Q_{вв}$ по ступеням замедления $N_{ст}$ при короткозамедленном взрывании технологического блока № 57 (вторая очередь) участка Главный в этаже +185-+255 м на шахте Горно-Шорского филиала ОАО «Евразруда»: 1 — фактическое; 2 — по предлагаемой методике; 3 — по предлагаемой методике с отрезкой от вмещающего массива

действия на вмещающий массив равномерными динамическими нагрузками необходимо обеспечить плавный выход из события (процесса короткозамедленного взрыва) с минимальным последним возмущением. То есть, масса зарядов последних ступеней замедления (13, 14, 15) должна плавно уменьшаться. На наш взгляд такой принцип проведения короткозамедленного взрывания технологического

блока в условиях действия высоких гравитационно-тектонических и техногенных напряжений наиболее оптимально с целью снижения вероятности провоцирования динамического события высокого класса. На рисунке 2 сплошной линией (кривая 1) показано распределение массы зарядов ВВ по ступеням замедления при короткозамедленном взрывании технологического блока № 57 (вторая очередь)

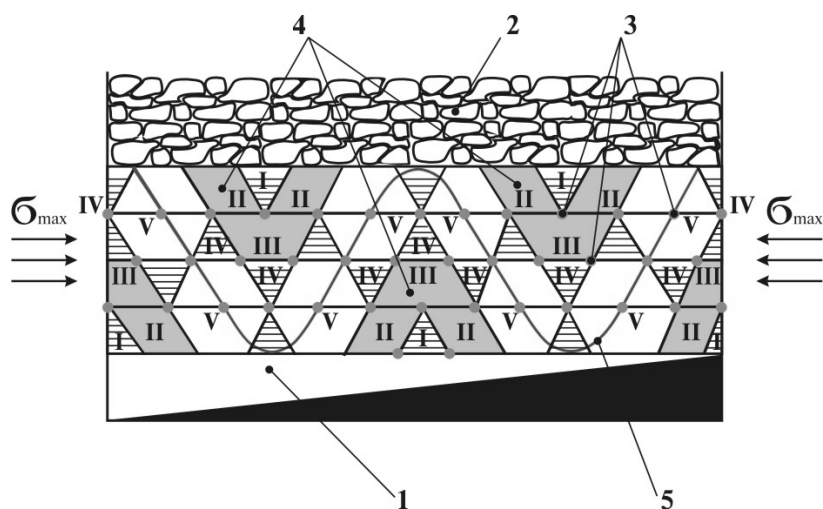


Рис. 3. Схема расположения и взрывания пучковых зарядов ВВ при отбойке панели с формированием развального ряда по синусоиде: 1 — компенсационная камера; 2 — зажатая среда; 3 — пучки сближенных скважин; 4 — ослабляющие полости; 5 — массив блока синусоидальной формы; 0...V — очередность взрывания; σ_{\max} — максимальные сжимающие напряжения

участка Главный в этаже +185—+255 м на шахте Горно-Шорского филиала ОАО «Евразруда». В качестве примера на рис. 2 пунктирной линией (кривая 2) показан вариант распределения массы зарядов ВВ в ступенях замедления по предлагаемой методике с равным суммарным зарядом 280,356 т ВВ. При проектировании массового взрыва возможно не соответствие расчетных масс зарядов в ступени замедления с практически (из-за отсутствия плоскостей обнажения, и др.), однако с целью снижения вероятности провоцирования динамического события высокого класса необходимо стремиться к предлагаемому алгоритму.

Дальнейшее снижение массы зарядов ВВ в ступени замедления возможно за счет использования эффективной схемы короткозамедленного взрывания с формированием отбиваемого массива в виде синусоиды [4], показанной на рис. 3. Схематично отбойку блока можно разделить

на несколько этапов (см. рис. 2, кривая 3). Первыми степенями замедления (1–6), по предлагаемому выше алгоритму, в массиве панели образуют ослабляющие полости со стороны компенсационных камер и массива зажимающей среды и формируют в плане синусоидальный массив отбиваемого блока (первый этап массового взрыва).

С большой долей вероятности можно предположить, что формирование синусоидального массива позволит вернуть часть энергии из вмещающих пород, которая затрачивается на деформационные процессы в массиве синусоиды с образованием обширных зон растягивающих напряжений, в поле которых процесс взрывного разрушения происходит менее энергоемко [4]. Второй этап взрыва (7–9 ступень замедления) заключается в отрезке массива синусоиды от вмещающих пород в торцевых частях блока взрыванием расположенных там зарядов ВВ. Данное

мероприятие преследует две цели. Первая — динамическое воздействие на предварительно ослабленный растягивающими напряжениями массив при взрыве зарядов ВВ, расположенных на флангах блока, и осуществляющих отрезку. При этом по данным работы [5], возможна реализация малоэнергетического механизма разрушения, вследствие изменения типа разрушения: от одноочагового разрушения в области квазистатического нагружения к многоочаговому при импульсном растяжении.

Вторая цель — это дальнейшее разрушение изолированного массива последующими ступенями замедления 10–12, а это около 60 % от объема разрушаемого блока, без контакта с вмещающими породами, что максимально ограничит выплеск энергии взрывных волн напряжений во вмещающий массив даже при максимальных зарядах ВВ в указанных ступенях замедления.

При этом увеличение массы зарядов ВВ на данном этапе отбойки позволит сократить общее количество

ступеней замедления. Третий заключительный этап — обрушение потолочины, взрывы по оконтуриванию рудного тела в торцах блока и др., осуществляют последними ступенями замедления (13–15), с плавным убыванием массы зарядов ВВ в ступени. Поэлементное испытание предложенной методики проектирования массовых взрывов планируется осуществить на шахте Горно – Шорского филиала ОАО «Евразруда», а фиксирование параметров сейсмических событий предусматривается осуществлять с использованием аппаратуры местной сейсмостанции.

Разработанный алгоритм проектирования схемы массовых взрывов по специальным проектам позволит существенно уменьшить максимальную массу заряда ВВ в ступенях замедления, что позволит значительно снизить объем выплеска сейсмической энергии во вмещающий массив, и вероятность провоцирования динамических проявлений горного давления высоких классов энергии, что повысит безопасность ведения горных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ


1. Курленя М.В. Влияние массовых взрывов на сейсмическую энергию при динамических проявлениях в массиве горных пород / М.В.Курленя, А.А.Еременко, И.Ф. Матвеев и др. // Горный журнал. — 1996. — №5. — С. 12–14.

2. Матвеев И.Ф. Управление удароопасностью горного массива изменением параметров взрывной отбойки при разработке железорудных месторождений Сибири [Текст]: автореф. дис. ...докт. техн. наук / Матвеев И.Ф.; СибГИУ. — Новокузнецк, 2004. — 34 с.

3. Мохначев М.П. Влияние статических равномерных и динамических пульсирующих нагрузок на прочностные свойства гор-

ных пород / М.П. Мохначев, М.М. Протодяконов // Сб. Исследование физико-механических свойств и взрывного способа разрушения горных пород. М.: Недра. — 1970. — С. 99–104.

4. Волченко Г.Н. Разработка способов взрывной отбойки рудных блоков с учетом напряженно-деформированного состояния массива [Текст]: дисс. канд. техн. наук / ИГД СО РАН. — Новосибирск. — 2003. — 142 с.

5. Белендир Э.Н. Сопротивление разрушению горных пород при временах нагружения $10^2 - 10^6$ с. / Э.Н. Белендир, В.Ф. Клятченко, А.И. Козарчук, и др. // ФТПРПИ. — 1991. — № 2. — С. 46–49. 

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Волченко Григорий Николаевич — кандидат технических наук, доцент, e-mail: kvazar62@mail.ru, Сибирский государственный индустриальный университет.