

6. Деглин Б.М., Пилюгин В.И., Бабенко В.С., Мартовицкий А.В. Об одном из способов мониторинга угольных пластов, склонных к динамическим явлениям // Геотехнологии на рубеже XXI века, 2001. — Т.2. — С. 116–121.

© Ничипор М.В., Ефремов И.А., Деглин Б.М.,  
Пилюгин В.И., Широких Н.В., 2002

УДК 622.235

КЛОЧКО И.И.(ДонНТУ)

## НЕКОТОРЫЕ СПОСОБЫ УПРАВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРАМИ ВЗРЫВНОГО ИМПУЛЬСА СКВАЖИННЫХ ЗАРЯДОВ ВВ НА КАРЬЕРАХ

Неотъемлемой частью конструкции скважинного заряда является способ его инициирования. Известно, что применение донного инициирования позволяет существенно снизить выход негабаритных фракций дробления при увеличении выхода мелких и средних фракций [1]. Однако донное инициирование можно осуществить при применении детонирующих шнуров с малой навеской ВВ (типа Nonel), так как даже одна нитка детонирующего шнура марки ДШ-А вызывает в гранулированных ВВ низкоскоростную детонацию [2]. Так, например, в ВВ типа гранулит АС-4, АС-8 одна нить ДШ-А, проложенная вдоль заряда, вызывает начальное детонационное превращение со скоростью 800–1200 м/с. Низкоскоростной режим детонации ВВ приводит к так называемому «выгоранию» ВВ, т.е. ВВ заряда не выделяет полную энергию. Таким образом, превращение ВВ в низкоскоростном режиме позволяет снижать давление продуктов взрыва (ПВ) и выделяемую энергию, что не всегда целесообразно, но создает возможность управлять детонационным превращением ВВ и параметрами взрывного импульса. Это, в свою очередь, позволяет управлять затратами энергии на различные виды работы взрыва (дробление ( $A_{\text{дроб}}$ ), переизмельчение ( $A_{\text{дис}}$ )). Таким образом, донное инициирование скважинных зарядов в гранулированных ВВ при взрывании крепких горных пород может дать отрицательный результат по качеству дробления.

Инициирование заряда от устья скважины не представляет собой трудности в смысле формирования заряда. Однако на практике, особенно в крупноблочных массивах, верхнее инициирование приводит к отказам из-за подвижки блоков от взрыва соседних скважин. Это приводит к «пережатию» скважинных зарядов. В результате детонационное превращение ВВ происходит только в верхней части заряда, т.е. в массив выделяется не вся энергия, что сопровождается значительным выходом негабаритных фракций. Поэтому на практике стремятся промежуточные детонаторы размещать в центре заряда или ближе ко дну скважины. В ряде работ, например [3,4], исследовалось влияние направленности детонации заряда на характер разрушения. Установлено, что направление детонации оказывает существенное влияние на степень дробления породы. При этом отмечается, что выбор точки инициирования заряда и направления детонации необходимо производить с учетом влияния характера формирования и распределения поля напряжений в массиве.

Э.О.Миндели [5] задачу влияния расположения инициаторов в заряде решил исходя из значения скоростей детонации и распространения напряжений в среде. Им установлено, что влияние направления инициирования более существенно в крепких породах (крепость по шкале М.М.Протоdjяконова  $f=8$  и выше). При изучении особенностей донного и верхнего инициирования установлено, что наиболее благопри-

ятым следует считать встречное инициирование систем зарядов, представляющее собой сочетание прямого и обратного инициирования.

К этой группе можно отнести одновременное инициирование различных частей скважинных зарядов, что достигается применением схем с внутрискважинным замедлением. Внедрение этого способа показало, что в этом случае создаются условия для улучшения качества дробления и управления параметрами развала [6]. Однако применение известных отечественных детонирующих шнуров не позволяет обеспечить достаточную надежность и эффективность инициирования. Это привело к тому, что в настоящее время управление взрывным импульсом зарядов за счет внутрискважинного замедления не нашло широкого применения.

Более перспективным направлением в инициировании скважинных зарядов, по мнению авторов работы [7], является создание в заряде не сферической или цилиндрической детонационной волны (ДВ), что имеет место в случае точечного инициирования, а косо́й ДВ, что достигается применением линейных инициаторов. В случае косо́й ДВ создается возможность повысить долю энергии, трансформируемую в массив.

В ряде исследований [8,9] установлено, что максимальные нарушения в массиве наблюдаются в направлении противоположном линии заложения удлиненного инициатора. На этом основании авторами делается вывод о направленном истечении продуктов взрыва (ПВ). В чистом виде такое движение и действие ПВ нельзя назвать направленным истечением, однако нельзя отрицать и тот факт [9], что в этом случае имеет место повышенная нагрузка в диаметрально противоположном направлении от линии заложения инициатора.

Выполненными исследованиями [10,11] было установлено, что в породах типа доломитов, магнезитов, известняков для получения качественного дробления необходимо создавать уменьшенное давление ПВ в скважине при более длительном времени приложения нагрузки. Такое изменение импульса взрыва позволяет снизить  $A_{\text{дис}}$  при одновременном росте  $A_{\text{дроб.}}$  Для реализации такого режима нагружения в зарядах гранулированных промышленных ВВ предложены конструкции комбинированных инициаторов, обеспечивающих формирование в заряде системы низкоскоростных и нормальных детонационных режимов [12,13].

Заряд по а.с.№797311 выполнен из шашек-детонаторов большого (400–500 г) и малого веса (80–100 г). Применение такого инициатора обеспечивает возбуждение взрыва на ряде участков в нормальном (шашки большого веса), а на ряде участков — в низкоскоростном детонационном разложении (шашки малого веса) переходящем в последствии в нормальную детонацию. При этом в результате взаимодействия детонационных волн низкоскоростной детонации с нормальными детонационными волнами в месте их встречи будет происходить локальное повышение давления ПВ и направленный разлет. Для обеспечения управления взрывным импульсом необходимо соблюдать расстояния между шашками — детонаторами, определяемые по выражениям:

$$S_1 = \frac{R_{\text{зар}} \left( 1 + \frac{D_H}{D_{\text{низ}}} \right) + \left( \frac{\alpha}{V_c} \right) D_{\text{низ}}}{1 - \frac{D_H}{D_{\text{дш}}}}, \quad (1)$$

$$S_2 = \frac{D_{ДШ} \left[ \left( \frac{R_{зар}}{D_{низ}} + \frac{\alpha}{V_g} \right) D_n + R_{зар} - \left( \frac{\alpha}{V_g} \right) D_{низ} \right]}{D_n + D_{ДШ}}, \quad (2)$$

где  $D_{ДШ}$  — скорость детонации ДШ, м/с;  $D_n$  — скорость нормальной детонации ВВ, м/с;  $R_{зар}$  — радиус заряда, м;  $D_{низ}$  — малая скорость детонации ВВ, м/с;  $V_g$  — скорость горения частицы ВВ при низкоскоростной детонации, м/с;  $\alpha$  — размер частицы ВВ, м.

В большинстве случаев расстояние между шашками составляет  $S_1=0,9-1,6$  м и  $S_2=0,6-1,0$  м.

Заряд по а.с. №871595 выполнен таким образом, что нити ДШ играют роль ослабленного удлинённого инициатора, а промежуточные детонаторы размещены вдоль всего заряда. Характер изменения давления в скважине при таком режиме иницирования представлен на P-t диаграмме (рис. 1.). В низкоскоростном детонационном режиме образуются газы с невысоким давлением — участок «а — в», кривая 1. Затем давление, за счет «перехода» на нормальный детонационный режим существенно повышается — участок «в — с», оставаясь все же ниже, чем при обычном взрывании (кривая 2), но выше, чем в случае иницирования только шнурами — кривая 3. Такое распределение давлений позволяет значительно снизить бризантность взрыва, увеличить время приложения нагрузки, осуществить «ступенчатое» нагружение среды.

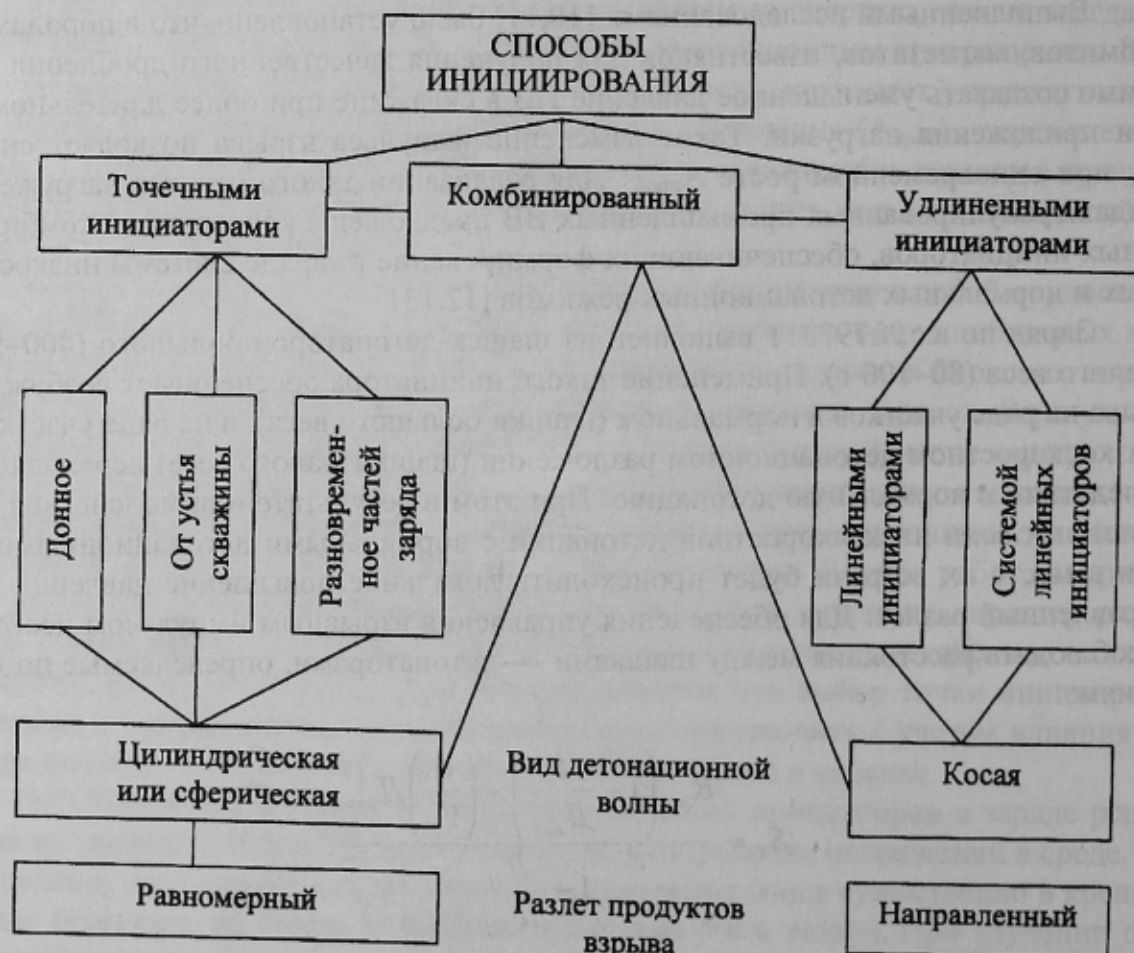


Рис. 1. Классификация способов иницирования

Анализ известных способов инициирования показывает, что можно разработать классификацию методов управления детонационным превращением ВВ скважинных зарядов, положив в ее основу направление движения ДВ по заряду и направление разлета ПВ в зависимости от условий инициирования (рис. 2).

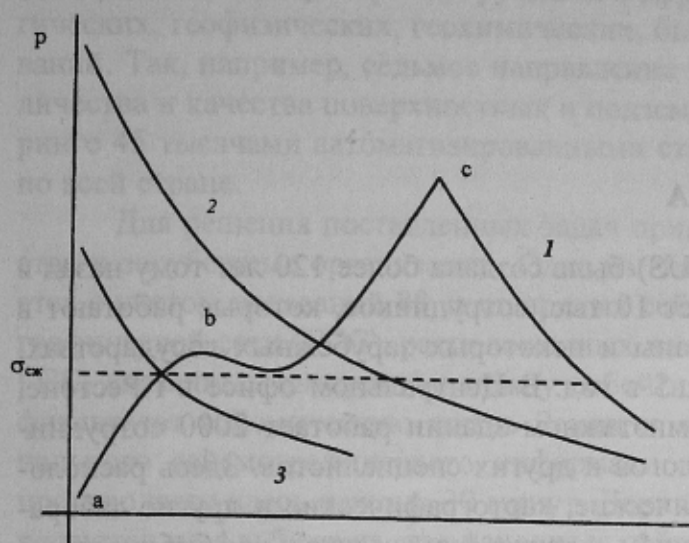


Рис. 2. «P-t» диаграмма характера развития взрыва в скважине

Все способы инициирования можно разбить на две основные группы — инициирование точечными (сосредоточенными) инициаторами и удлиненными (линейными) инициаторами. Возможна и третья группа — комбинированная, являющаяся комбинацией двух основных.

При инициировании сосредоточенными инициаторами в ВВ возникает ДВ, распространяющаяся во все стороны равномерно. В результате этого образующиеся газы создают равномерное давление во всех направлениях.

Применение линейных инициаторов позволяет создать такое инициирование частей заряда, в результате чего в ВВ создается косая ДВ, вызывающая одновременное образование ПВ, и, следовательно, неравномерное давление газов в различных направлениях, что способствует перераспределению энергии взрыва в массиве.

### Библиографический список

1. Друкованый М.Ф. Методы управления взрывом на карьерах. — М.: Недра, 1973. — 416 с.
2. Шведов К.К., Дремин А.Н. Параметры и некоторые особенности детонации гранулированных и водонаполненных ВВ. / В сб. «Механика и разрушение горных пород». Вып.3. — Киев, 1975. — С. 55–60.
3. Друкованый М.Ф., Комир В.М., Харитонов В.И. Влияние направления детонации на формирование полей напряжений и разрушение хрупких тел действием взрыва / Труды 5 сессии Ученого совета по народ. хоз. исполъз. взрыва. — Фрунзе. Илим, 1965. — С. 100–107.
4. Друкованый М.Ф., Гейман Л.Н., Комир В.М. Новые методы и перспективы развития взрывных работ на карьерах. — М.: Наука, 1966. — 303 с.
5. Миндели Э.О. Разрушение горных пород. — М.: Недра, 1975. — 600 с.
6. Ефремов Э.И. Взрывание с внутрискважинными замедлениями. — Киев: Наукова думка, 1971. — 168 с.
7. Беришвили Г.А., Элизбарашвили Т.Ш. Об эффективности низкочувствительных ВВ при инициировании их боевиками различной конструкции // Взрывное дело. — М.: Недра, 1976. — №76/33. — С. 164–178.
8. Чхетиани А.А. Исследование возможности получения высоких плотностей энергии при взрывании удлиненных зарядов ВВ // Свойства и разрушение горных пород. ч.3. «Мецниереба», 1980. — С. 128–138.
9. Казанцев С.П., Цурик В.Д., Задерий Л.А. Использование комбинированных линейно-протяженных зарядов ВВ для направленного взрывного действия на среду // ФТПРПИ — СО. — Новосибирск: Наука, 1982. — № 3. — С. 58–63.
10. Исследование и совершенствование взрывания вязких магнетитных пород / Оберемок О.Н., Гонохова Л.В., Клочко И.И., Чистяков Ю.Н. // Огнеупоры. — М., 1978. — № 10. — С. 8–11.
11. Баранов Е.Г., Оберемок О.Н., Клочко И.И. Влияние способа инициирования скважинных зарядов на показатели отбойки // Огнеупоры, М., 1984. — № 6. — С. 28–32.

12. А.с. №797311 (СССР) Комбинированный инициатор промышленных ВВ / Оберемок О.Н., Ключко И.И., Миловатский В.В. и др. Оpubл. в Б.И. №14, 1980.

13. А.с. №871595 (СССР) Скважинный заряд /Оберемок О.Н., Гонохова Л.В., Ключко И.И. и др. — Оpubл. в Б.И. №23, 1981.

© Ключко И.И., 2002

УДК 622.

ПАНОВ Б.С. (ДонНТУ)

## О ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЕ США

Геологическая служба США (GSUS) была создана более 120 лет тому назад в 1879 г и в настоящее время насчитывает 10 тыс. сотрудников, которые работают в 400 ее отделениях во всех штатах страны и некоторых зарубежных государствах. Бюджет GSUS составляет более 1 млрд.\$ в год. В Центральном офисе в г.Рестоне, находящемся вблизи Вашингтона, в семиэтажном здании работает 2000 сотрудников, в том числе 400 геологов, 200 биологов и других специалистов. Здесь расположены различные отделы GSUS, аналитические, картографические и другие лаборатории с самым современным оборудованием, а также фундаментальная библиотека с более чем 1 млн. экземпляров геологической литературы, изданной за последние два века и современной периодической всех стран мира. GSUS подчинено Департаменту внутренних дел страны и обеспечивает национальные нужды страны в объективной научной информации о Земле. Эта информация используется для минимизации людских и имущественных потерь от природных катастроф (землетрясения, вулканов и т.д.), управления водными, биологическими, энергетическими и минеральными ресурсами, а также повышения и защиты качества жизни. Она должна способствовать экономическому и физическому развитию США. В своей работе GSUS связана с более 2 тыс. различных подразделений государства, а также частным сектором и неправительственными организациями. Полученная новая информация ежегодно публикуется в 3000 отчетах и изображается на различных картах. В настоящее время имеется около 90 тыс. различных карт, из которых 54 тыс. геологических карт в масштабе 1:24000 покрывают территорию 48 штатов США.

Разработана национальная программа (циркуляр 1172) «Геология в изменяющемся мире — научная стратегия GSUS на период 2000–2010 гг.», в которой выделено 7 главных направлений получения, обработки и распространения геологической информации:

- геологическая оценка риска при землетрясениях, извержениях вулканов, обвалах, оползнях и т.д. и предвидение их негативных последствий;
- прогноз и краткосрочные предсказания геомагнитных и геологических катастроф, засух, пожаров, нашествий саранчи и их последствий и др.;
- пополнение и совершенствование знаний об энергетических и минеральных ресурсах США и всего мира с учетом экономических и экологических аспектов;
- предвидение изменений окружающей среды и климатических условий в настоящем и будущем;
- установление геологических параметров существования и функционирования эко-систем;
- наличие связей между здоровьем человека и эколого-геологическими процессами;