

ДОННАЯ ГИДРОЗАБОЙКА – ОДНО ИЗ ПРОСТЫХ СРЕДСТВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ

Доктор техн. наук ШЕВЦОВ Н.Р., инж. ЛАБИНСКИЙ К.Н. (ДонНТУ), канд. техн. наук КАЛЯКИН С.А. (ООО «СНЭЙК»)

Рассмотрена одна из современных технологий повышения эффективности действия шпуровых зарядов при взрывных работах без снижения безопасности. Проведен анализ существующих теоретических и лабораторных исследований. Разработана методика расчета параметров донной гидрозабойки.

Развитие угольной промышленности Украины происходит в условиях непрерывного роста глубины ведения горных работ и газообильности шахт. В результате этого условия проведения горных выработок и добыча угля становится все более опасными [1]. Поэтому наряду с поддержанием темпов ведения горных работ на первое место выходит проблема повышения безопасности.

Одной из передовых эффективных и безопасных технологий ведения взрывных работ является гидровзрывание, изучением которого занимался ряд авторов [2;3;4;5]. Одной из простых форм его реализации является гидрозабойка из стандартных полиэтиленовых ампул с обратным клапаном, заполненных водой. Возможные на практике конструкции шпуровых зарядов с использованием гидрозабойки изображены на рис. 1.

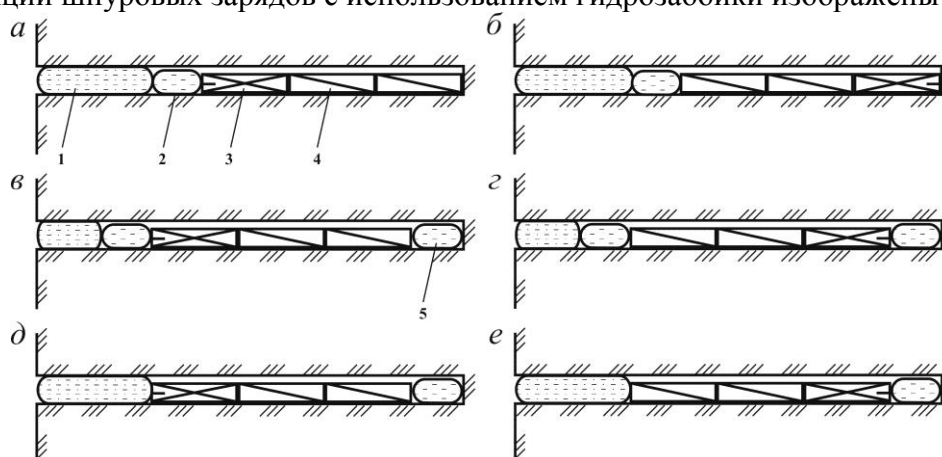


Рисунок 1. Конструкции шпуровых зарядов с использованием гидрозабойки:

а,б – с устьевой гидрозабойкой при прямом и обратном инициировании; в,г – с устьевой и донной гидрозабойками при прямом и обратном инициировании; д,е – в породных забоях при отсутствии метановыделения с донной гидрозабойкой при прямом и обратном инициировании; 1 – запирающая песчаноглиняная забойка; 2 – устьевая гидрозабойка; 3 – патрон-боевик; 4 – пассивный патрон; 5 – донная гидрозабойка.

Изучению механизма действия донной гидрозабойки был посвящен ряд работ, проведенных в МакНИИ. Первоначально повышение эффективности взрывных работ за счет донной гидрозабойки объяснялось исходя из обтекания ее сверхзвуковым потоком продуктов детонации ВВ (см. например, отчет о НИР «Усовершенствовать способы изготовления и применения забойки шпуров и аэрозольных завес из ингибиторов при взрывных работах», № ГР 1719219000). Экспериментальные исследования влияния конструкции донной части шпурового заряда на процесс разрушения при взрыве были

выполнены на моделях из органического стекла под руководством и при непосредственном участии В.Н. Подставкаина.

Позже донную гидрозабойку рассматривали как средство переноса точки встречи отраженной от дна шпура ударной волны и фронта детонации к концу заряда ВВ (см. например, отчет о НИР «Разработать и внедрить конструкцию зарядов и составы ПВВ V кл. с улучшенными эксплуатационными показателями», № ГР 186.0035549). Однако эти теории не отражали полностью механизм действия донной гидрозабойки, что не позволяло проектировать буровзрывную технологию с ее применением. Целью данной работы является изучение взаимодействия донной гидрозабойки и продуктов детонации для получения исходных данных, позволяющих разработать методику расчета параметров донной гидрозабойки для выбора оптимальной с позиции получения высокого КИШ конструкции шпурового заряда.

В буровзрывной лаборатории ДонНТУ была проведена серия экспериментов по определению характера взаимодействия продуктов детонации и гидрозабойки [5] с фотографированием взрыва подвешенного в центре камеры заряда с прикрепленными к торцу по направлению инициирования ампулой гидрозабойками разной длины. На основании анализа работ [3;6] и результатов данных исследований была предложена теория взаимодействия продуктов детонации и гидрозабойки как сходящихся навстречу друг другу потоков жидкости с соответствующими плотностями и скоростями.

Последующие лабораторные исследования [7] позволили установить, что при наличии препятствия, в которое упирается гидрозабойка, имеет место эффект гидроудара. Проведенные серии экспериментов на металлических трубах [8] подтвердили предположение о том, что в гидрозабойке имеет место два процесса: расклинивание гидрозабойки продуктами детонации ВВ, и гидроудар при столкновении ударной волны в гидрозабойке с препятствием (дно шпура).

Следовательно, механизм действия донной гидрозабойки следующий. Продукты детонации при столкновении с донной гидрозабойкой, до точки сопряжения обладающие свойствами жидкости [3], вызывают ее расклинивание, в результате чего возникают радиальные напряжения, приводящие к разрушению породы перпендикулярно оси шпура. Ударная волна, проходящая по гидрозабойке и достигающая дна шпура, отражается от преграды и в результате проявляется эффект гидроудара с удвоением давления на границе раздела сред «гидрозабойка – массив». Лабораторными исследованиями [8] установлено, что влияние гидроудара проявляется на расстоянии от дна шпура, равном от половины до целого его диаметра.

Таким образом, расчет параметров донной гидрозабойки необходимо проводить в следующей последовательности.

Полная длина зоны действия донной гидрозабойки определяется по формуле:

$$L_{д.з.} = L_1 + L_2,$$

где L_1 – длина зоны расклинивания гидрозабойки продуктами детонации;

L_2 – длина зоны действия гидроудара.

Длина расклинивающейся части донной забойки зависит от направления инициирования и определяется по следующим формулам:

при прямом инициировании:

$$L_1 = r_x \sqrt{\frac{\rho_n}{\rho_{д.з.}}},$$

при обратном инициировании:

$$L_1 = r_x \sqrt{\frac{\rho_n}{2\rho_{\text{д.з.}}}},$$

где r_x – радиус точки сопряжения, м, определяется по известным зависимостям [3];
 ρ_n – давление продуктов взрыва во фронте детонации, Па;
 $\rho_{\text{д.з.}}$ – плотность донной гидрозабойки, кг/м³.

Длина зоны действия гидроудара определяется по формуле:

$$L_2 = kL_1,$$

где k – коэффициент пропорциональности между длиной зоны расклинивания и зоны гидроудара, определяется по формуле:

$$k = 1 - \left| \frac{\rho_n - \rho_{\text{д.з.}}}{\rho_n + \rho_{\text{д.з.}}} \right|^{\frac{3}{2}}.$$

В качестве примера на рис. 2 приведен график зависимости длины донной гидрозабойки от массы заряда угленита 13П. Расчеты выполнены для использования в качестве материала донной забойки воды в стандартных гидроампулах диаметром 37 мм и состава ПЗМ-3, расфасованного в такие же стандартные гидроампулы при диаметре шнура равном 42 мм.

Как видно из порядка выполнения расчетов и представленного графика, зависимость длины донной гидрозабойки от массы шпурового заряда имеет линейный характер, что предельно упрощает выбор донной гидрозабойки для заданных условий. При этом длина донной гидрозабойки уменьшается с увеличением плотности ее материала, и при переходе от прямого к обратному инициированию.

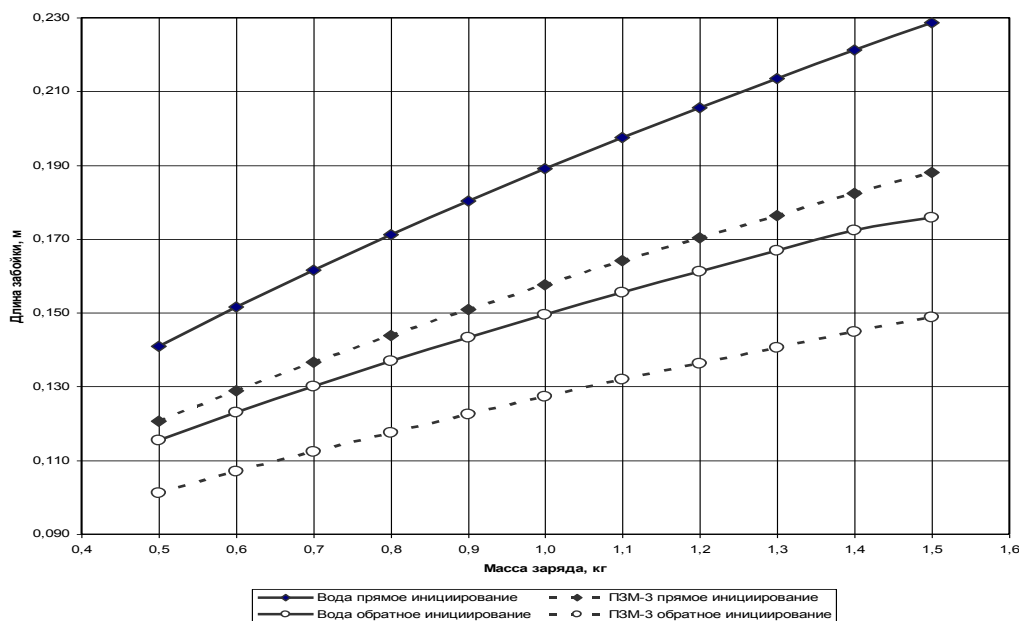


Рисунок 2. Зависимость длины донной гидрозабойки от массы шпурового заряда угленита 13П при прямом и обратном инициировании

Дальнейшим направлением исследований являются проведение шахтной проверки эффективности донной гидрозабойки. Проверку предполагается провести в условиях шахт им. А.А. Скочинского и им. М.И. Калинина при взрывных работах по пластам, опасным по внезапным выбросам угля и газа, при обратном инициировании.

Перечень ссылок

1. **Г.Г. Півняк**, П.І.Півлов, В.І Бондаренко, В.І. Саллі, М.М. Кулік, О.Ф. Ляшенко, Ю.П. Ященко, А.В. Корзун, М.С. Сургай. Проблеми стратегії розвитку вугільної промисловості України // Сборник научных трудов НГУ. №17. Том 1. – Днепропетровск, РИК НГУ, 2003. – С. 5-11
2. **Яковлев Ю.С.** Гидродинамика взрыва. – Л.: Судпромгиз, 1961. – 312 С.
3. **Физика** взрыва/ Баум Ф.А., Станюкович К.П., Орленко С.И. и др./ Под ред. К.П. Станюкевича. – М.: Наука, 1975. – 704 С.
4. **Р. Коул.** Подводные взрывы. – М.: Иностран. литерат., - 1950. – 490 С.
5. **Шевцов Н.Р.**, Лабинский К.Н., Калякин С.А. Основы теории гидровзрывания при разрушении пород // Проблеми гірського тиску. Випуск 7 / Під заг. ред. О.А. Мінаєва. – Донецьк, ДонНТУ, 2002. – С. 59-84.
6. **Левчик С.П.**, Табатадзе Б.З. О механизме действия гидрозабойки // Безопасность взрывных работ в шахтах: Сб. «Взрывное дело», №72/29. – М.: Недра, 1973. – С. 247-257.
7. **Шевцов Н.Р.**, Лабинский К.Н., Калякин С.А. Обоснование эффективной длины донно-устьевой гидрозабойки // Наукові праці ДонНТУ: Серія гірничо-геологічна. Випуск 54. – Донецьк, ДонНТУ, 2002. – С. 115-122.
8. **Шевцов Н.Р.**, Лабинский К.Н., Калякин С.А. Лабораторные исследования взаимодействия продуктов детонации с гидрозабойкой // Наукові праці ДонНТУ: Серія гірничо-геологічна. Випуск 63. – Донецьк, ДонНТУ, 2003. – С. 61-67.