

УДК 622.236.54

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКЦИИ РАССРЕДОТОЧЕННОГО ЗАРЯДА НА ПРОНИКНОВЕНИЕ ЖИДКОСТИ В УЗКИЕ ЩЕЛИ И ТРЕЩИНЫ

Литовченко С. А., к.т.н., доц., Кунаков Е. Ю., асс., Лобанова С. Ю.

Кременчугский государственный политехнический университет

имени Михаила Остроградского

39614, Украина, г. Кременчуг, ул. Первомайская, 20

E-mail: tehm@polytech.poltava.ua

Розглянуто вплив конструкції розосередженого заряду на проникнення рідини у вузькі щілини та тріщини. Визначені чисельні значення швидкості руху рідини при використанні розосередженого заряду з повітряним, водяним і інертним проміжками.

Ключові слова: рідина, швидкість, проміжок.

In a paper effect of a construction of a deck charge on penetration of a fluid in narrow slots and flaws surveyed. Numerical value of speed of driving of a fluid are defined at use of a deck charge with air-slaked, water and inert gaps.

Keywords: a fluid, speed, a gap.

Введение. Полезные ископаемые относятся к числу невозполнимых ресурсов. Поэтому экономические затраты по их добыче с каждым годом увеличиваются. В частности, запасы легкодоступного минерального сырья (как рудного, так и нерудного) на Украине ограничены. Это приводит к необходимости вести добычу на все более глубоких горизонтах. Как известно, это сопряжено с необходимостью ведения буровзрывных работ (БВР) в обводненных условиях, что требует применения или специальных технологических приемов при зарядке скважин взрывчатыми веществами (ВВ), или применение водостойких ВВ.

И то, и другое приводит к удорожанию взрывных работ. Кроме того, насыщенность горных пород водой существенным образом влияет на механизм их разрушения. Исходя из существующих литературных источников, роль воды в разрушении неоднозначна. В зависимости от конкретных условий, наличие жидкого компонента может или улучшать, или ухудшать дробление разрушаемого горного массива.

Анализ предыдущих исследований. Вопросу влияния обводненности горного массива на конечный результат взрывного разрушения в последнее время посвящено много исследований [1, 2]. Так, проф. Ефремов Э.И. указывает на негативную роль воды и с позиции механизма разрушения горных пород взрывом, и с позиции экономики основных процессов горного производства [1]. Исключить либо уменьшить отрицательную роль обводненности предлагается путем использования водоустойчивых бестротилового ВВ или неводоустойчивых ВВ путем гидроизоляции заряда [2].

С другой стороны, проф. Боровиков В. А. обосновал эффективность использования конструкций зарядов с радиальным кольцевым зазором, заполненным либо водой, либо буровой мелочью. Роль воды рассматривается как положительная, поскольку

она выступает в качестве демпфера, накапливающего избыточную энергию на начальной фазе взрыва и отдающего на последующих. Здесь же проведен соответствующий анализ волнового поля напряжений в воде и в горной породе [3].

Таким образом, противоречивость взглядов на роль воды в процессе разрушения свидетельствует о малой изученности гидродинамических процессов, происходящих в узких полостях, как естественных, так и наведенных взрывом трещин, при наличии высоких давлений в них. Изучение закономерностей проникновения жидкости в такие трещины позволит разработать новые конструкции рассредоточенных зарядов, обеспечивающих повышение эффективности разрушения скальных горных пород взрывом.

Цель работы. Осуществить сравнительную оценку изменения скорости движения жидкости в узких щелях при введении в заряд воздушного, инертного или водяного промежутка.

Материал и результаты исследований Методика исследований аналогична, описанной в работе [4], в которой проводилось изучение проникновения жидкости различной вязкости в узкие щели при импульсных нагрузках. Для регистрации процесса движения жидкости использовали высокоскоростную камеру ВСК-5 с частотой съемки 43000 кадр/сек. В качестве жидкости, заполняющей шпур, брали смесь 40% воды и 60% туши. Таким образом, в отличие от работы [4], вязкость жидкости была постоянной.

Изменяли конструкцию заряда, вводя в его среднюю часть воздушный, инертный (песок) или водяной промежуток.

Заряд ВВ формировали в водонепроницаемой оболочке из тонкой пластмассовой трубки с внутренним диаметром 5 мм. В качестве взрывчатого вещества использовали тэн. Длина инертного промежутка составляла 20 мм (рис. 1).

Иницирование обеих частей заряда осуществляли двумя микроэлектродетонаторами одновременно.

Во избежание разрушения модели, массу частей заряда ограничивали 8 мг тэна.

Обе части заряда располагали соосно в шпуре, заполненном жидкостью (рис. 1.)

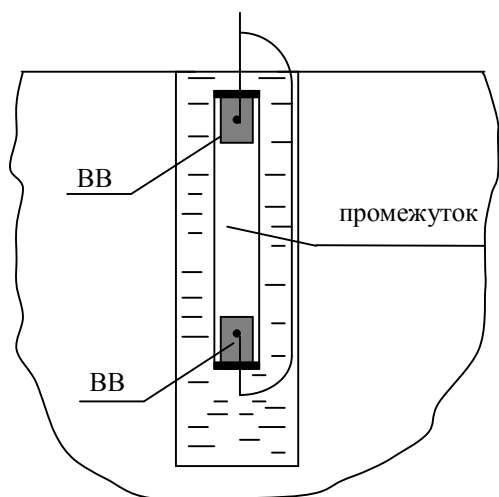


Рисунок 1 – Конструкция рассредоточенного заряда

В ходе проведения исследований была получена серия фотографий с интервалом между кадрами 23 мкс процесса движения жидкости в узкой щели. Анализ фотографий показал, что проникновение жидкости в щель происходит с различной скоростью по высоте заряда

Фронт этого проникновения имеет "струйный" характер, но, тем не менее, разрыва сплошности фронта не наблюдается. Положение отдельных "струй" не коррелирует с положением участков заряда, что очевидно, связано с гидродинамическими процессами внутри щели или влиянием волнового фактора, а не с конструкцией заряда. Учитывая это, влияние типа заполнителя инертного промежутка в заряде на скорость проникновения жидкости в щель определяли по усредненным параметрам, по формуле

$$V = \frac{\Delta L}{\Delta t},$$

где ΔL – расстояние, пройденное жидкостью зафиксированное на смежных кадрах, м; Δt – интервал времени между кадрами, сек.

Определяли скорости отдельных "струй" во фронтах проникновения и "впадин" между ними. Расчет скорости движения жидкости выполняли как влево, так и вправо от оси шпура, а затем усредняли.

Результаты обработки фотографий представлены в табл. 1 и на рис. 2, 3.

Таблица 1 - Скорости движения характерных участков фронта проникновения жидкости в узкой щели

Время от начала иницирования, мкс	Конструкция заряда с воздушным промежутком		Конструкция заряда с песчаным промежутком		Конструкция заряда с водяным промежутком	
	средняя скорость фронта, м/сек	максимальная скорость в "струе", м/сек	средняя скорость фронту, м/сек	максимальная скорость в "струе", м/сек	средняя скорость фронта, м/сек	максимальная скорость в "струе", м/сек
0	0	0	0	0	0	0
22	183,12	227,49	217,64	274,76	227,29	248,18
44	137,87	165,45	167,41	227,49	117,19	144,77
66	135,56	165,45	142,47	172,34	121,78	151,66
88	129,25	160,28	137,86	165,45	89,61	124,08
110	121,31	153,04	133,73	161,31	85,47	115,81
132	119,47	144,76	127,49	165,44	89,61	117,19
154	116,2	147,72	121,12	147,72	96,5	129,99
176	106,84	137,01	99,66	152,52	101,68	144,77
198	107,22	133,28	123,31	160,85	113,35	151,66
220	112,35	136,49	122,01	161,31	111,67	148,9
242	107,78	131,6	117,81	154,17	116,56	154,17
264	107,41	129,25	120,06	155,1	112,59	151,66
286	112,4	136,81	117,71	149,54	111,35	149,54
308	112,21	136,87	111,28	138,86	114,23	147,72
Средняя скорость за время съемки, м/с	122,28	150,39	132,82	170,48	114,93	148,57

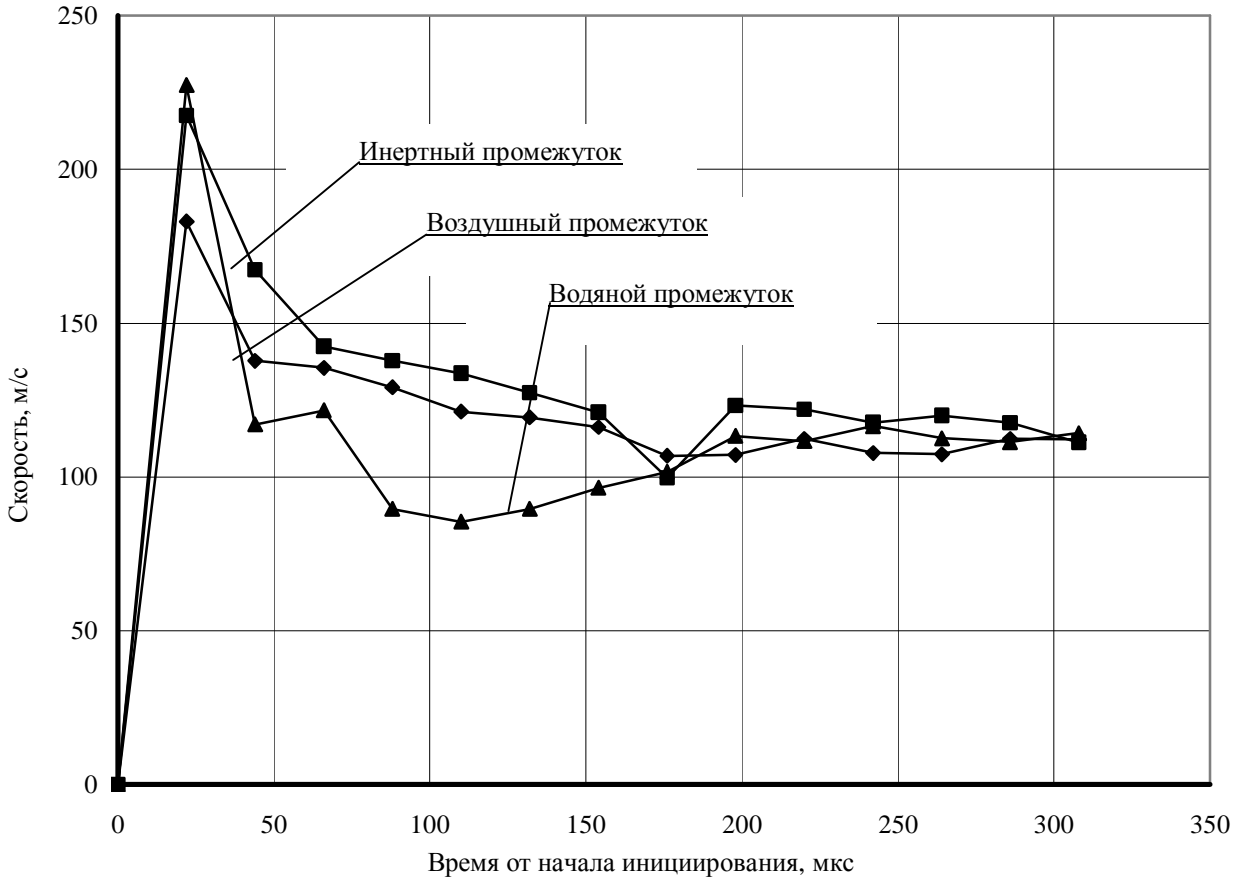


Рисунок 2 – Зависимость средней скорости фронта проникновения жидкости от конструкции заряда

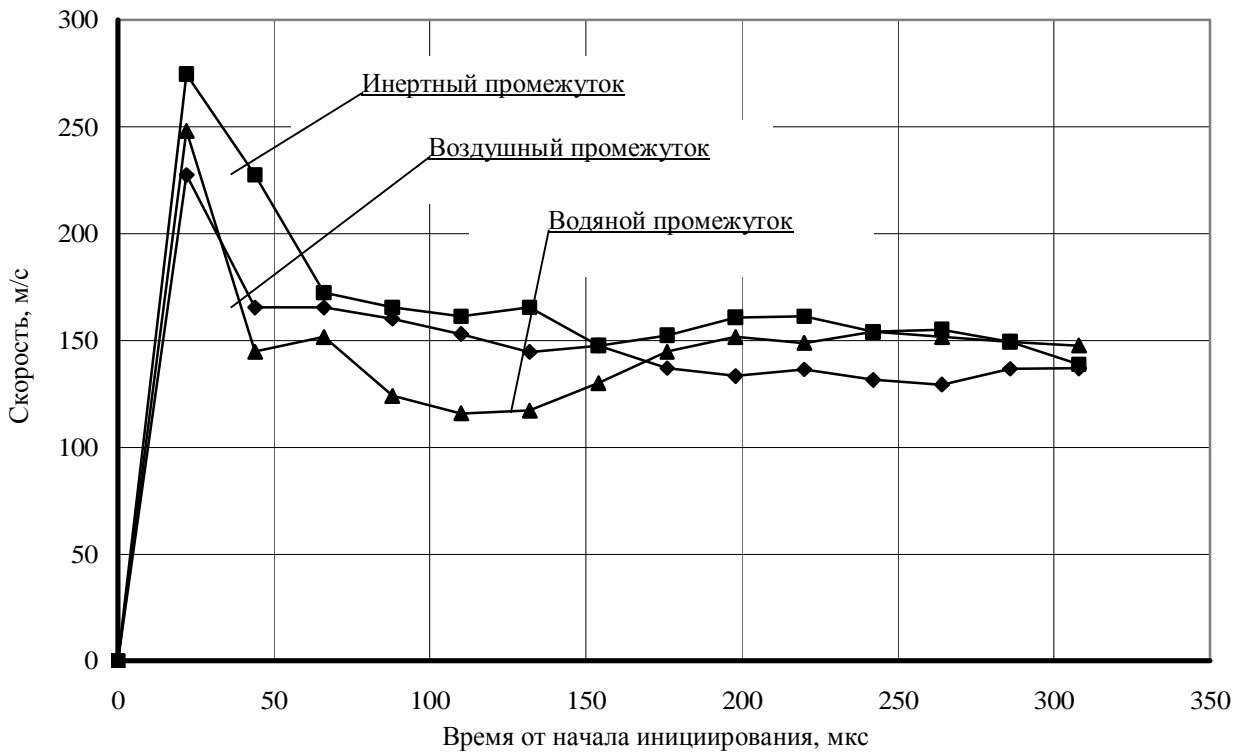


Рисунок 3 – Зависимость максимальной скорости распространения отдельной "струи" от конструкции заряда

Как видно из табл.1, при любом заполнителе максимальная скорость проникновения жидкости в щели наблюдается в самый начальный момент взрыва. Вместе с тем, начальная средняя скорость проникновения наибольшая для зарядов с водяным промежутком. Наименьшая имела место при воздушном промежутке. Соотношение средних скоростей начального проникновения для зарядов с песчаным, водяным и воздушным промежутками составило соответственно 0,96:1:0,81.

Максимальная начальная скорость "в струе" наблюдалась при песчаном промежутке, а минимальная при воздушном. Соотношение максимальных скоростей начального проникновения "струй" для зарядов с песчаным, водяным и воздушным промежутками составило соответственно 1:0,91:0,83.

Отношения максимальной начальной скорости "струй" к средней начальной скорости фронта составили для песчаного, водяного и воздушного промежутка соответственно 1,26:1,09:1,24.

Выводы. При использовании конструкции рассредоточенного заряда с инертным промежутком средняя скорость движения жидкости в узкой щели увеличивается на 15% по сравнению с базовой конструкцией заряда (с воздушным промежутком).

При использовании конструкции заряда с водным промежутком скорость движения жидкости в щели изменяется качественно: на начальной стадии проникновения ее величина превышает базовую на 7%, далее скорость проникновения уменьшается на 11% и потом становится такой же, как и для воздушного промежутка. Такое изменение скорости свидетельствует о пульсационных процессах, происходящих в узкой щели.

Эти данные подтверждают уже известную теорию Л. Н. Марченко и Н. В. Мельникова о преимущество зарядов, в состав которых входят неде-

тонирующие компоненты, что обуславливается как изменением термодинамики взрыва, так и взаимодействием волн напряжений от различных участков комбинированного заряда.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ефремов Е.И. Особливості руйнування обводнених гірських порід і технології вибухової підготовки гірської маси // Науковий вісник НГА. - 1999. - № 1. - С. 137-140.
2. Ефремов Э.И., Баранник В.В. Использование неводоустойчивых взрывчатых веществ при разрушении обводненных горных пород // Металлургическая и горнорудная промышленность. - 2002. - № 4. - С. 70-72.
3. Боровиков В.А. Взрывание микрочарядами как метод управления энергией взрыва // Изв. ВУЗов горн. журнал. - 1973. - № 3. - С. 52-60.
4. Комир В.М., Литовченко С.А., Кунаков Е.Ю. и др. Методика исследования проникновения жидкости в узкие щели // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету: Наукові праці КДПУ. - Кременчук: КДПУ, 2002. - Вип. 6(17). - С. 37-39.
5. Ефремов Э.И., Баранник В.В. Способы подготовки и отбойки обводненных горных пород на карьерах // Разработка рудных месторождений. - Кривой Рог, КТУ. - 2005. - С. 3-7.
6. Ефремов Э.И., Никифорова В.А., Баранник В.В. и др. Экспериментальные исследования процесса взрывного разрушения обводненных твердых сред // Вісник НГУ. - 2003. - №12. - С. 3-6.

Статья поступила 14.02.2008 г.
Рекомендовано к печати д.т.н., проф.
Воробьевым В.В.