

УДК 621.797:621.664

**Куливар В.В., аспирант каф. строительства, геотехники и геомеханики***(Национальный технический университет «Днепровская политехника», г. Днепр, Украина)***Курляк А.В., руководитель группы, Мельников Д.В., инженер 1 категории***(Государственное предприятие «Научно-производственное объединение «Павлоградский химический завод», г. Павлоград, Украина)***О ФОРМИРОВАНИИ ПЛОСКИХ УДАРНЫХ ВОЛН С ПРИМЕНЕНИЕМ ЛАЗЕРНОГО СПОСОБА ВЗРЫВАНИЯ СВЕТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ВВ**

Целью работы является провести сравнительный анализ экспериментальных значений скорости метания металлической плоской пластины и полученных расчетным путем. Дать оценку возможности использования данного метода в качестве стандартной методики проведения экспериментов с плоскими ударными волнами.

Скорость метания стальной пластины плотностью  $\rho_{пл} = 7,85 \text{ г/см}^3$  продуктами взрыва заряда литого тротила плотностью  $\rho_{ВВ} = 1,59 \text{ г/см}^3$  исследовалась с применением лазерной системы инициирования зарядов взрывчатых веществ (ВВ) [1,2] и светочувствительных взрывчатых композитов [3]. Источник питания – лазер на неодимовом стекле; длина волны 1,06 мкм, время импульсного излучения 22 нс. В экспериментах использовались элементы методик [4-6] Каждый из зарядов ВВ представлял собой цилиндр диаметром 80 мм, высотой 100 мм. Средняя скорость детонации зарядов тротила составляла  $D = 6895 \text{ м/с}$ . Верхнее основание заряда покрывалось слоем инициирующего светочувствительного ВС-2 [3] толщиной от 2,0 до 2,5 мм. К нижнему основанию заряда крепилась стальная пластина диаметром 90 мм и толщиной  $h = 3,5 \text{ мм}$ . Для измерения скорости пластины использовались электроконтактные датчики, размещенные в зазоре  $b_0 = 14 \text{ мм}$  на пути движения пластины. Соотношение массы ВВ к массе пластины составляло во всех случаях  $M_{ВВ}/M_{Пл} = 6$ . При проведении сравнительного анализа использовались методики расчета скорости пластин, приведенные в работах [7, 8].

Расчетная зависимость скорости полета пластины показана на рисунке (сплошная кривая 1).

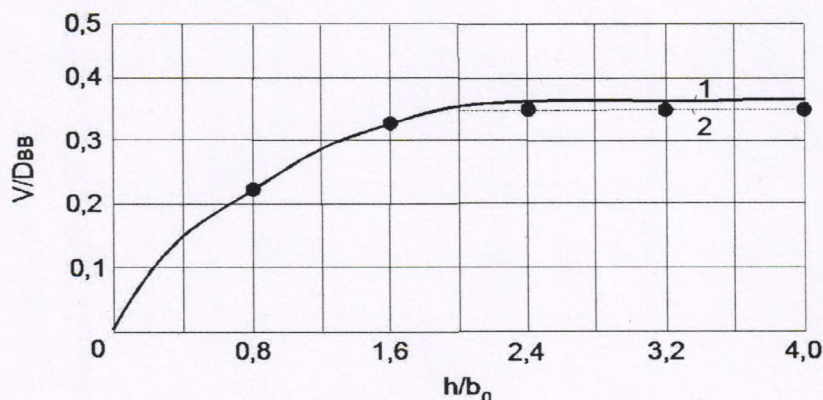


Рисунок – Изменение скорости стальной пластины  $V$ : 1 и 2 соответственно расчетный и экспериментальный графики скоростей в зависимости от пройденного расстояния в зазоре  $h/b_0$

Математическая задача о метании пластины конечных размеров продуктами детонации заряда ВВ в общем случае является трехмерной и нестационарной. Однако наиболее широкое практическое применение получили расчеты по упрощенным моделям, которые дают вполне приемлемые результаты. Во многих задачах по метанию пластин или цилиндрических оболочек рассматривается начальный период движения пластины, разогнанной продуктами детонации. При этом имеется в виду, что фронт детонационной



волны падает нормально к поверхности оболочки; инерционное движение оболочки после разлета продуктов детонации не рассматривается и во внимание не принимается. Такая постановка соответствует режимам сварки взрывом, при которых перемещение стенки оболочки не превышает 1,0 - 1,5 ее толщины, при этом разлет продуктов детонации не оканчивается до момента соударения.

В расчетах принималось действие нормально падающего фронта детонации на поверхность пластины. В экспериментах расчетное значение давления продуктов взрыва на поверхность метаемой пластины составляло 23,6 ГПа. Результаты исследования приведены на рис. Экспериментальная кривая (на графике обозначена пунктиром) отличается от расчетной не более чем на 3-5 %. Измеренная скорость пластин, метаемых продуктами детонации заряда ВВ с дополнительной массой ВВ плосковолнового генератора отличается от расчетной не менее чем на 10-12%. В экспериментальной физике с ударными волнами такой результат не всегда оказывался корректным.

#### Перечень ссылок

1. Chernai, A.V., Sobolev, V.V., Ilyushin, M.A., Zhitnik, N.E. Generating mechanical pulses by the laser blasting of explosive coating // Combustion, Explosion, and Shock Waves-Volume 30, Issue 2, March 1994, Pages 239-242
2. Соболев В.В., Ищенко Б.С., Куливар В.В., Романова А.С. Физико-технические особенности оптической системы инициирования зарядов взрывчатых веществ // Перспективи розвитку будівельних технологій [Текст]: матеріали 11-ї міжнародної науково-практичної конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 26–27 квітня 2017 р. – Д.: Національний гірничий університет, 2017. – 135 с. – Укр. та рос. – С. 126-128.
3. Chernai, A.V., Sobolev, V.V., Chernaj, V.A., Ilyushin, M.A., Dlugashek, A. Laser initiation of charges on the basis of di-(3-hydrazino-4-amino-1,2,3-triazol)-copper (II) perchlorate // Fizika Goreniya i Vzryva. Volume 39, Issue 3, 2003, Pages 105-110.
4. Chernai, A.V., Sobolev, V.V., Ilyushin, M.A., Zhitnev, N.E., Petrova, N.A. On the mechanism of ignition of energetic materials by a laser pulse // Chemical Physics Reports Volume 15, Issue 3, 1996, Pages 457-462
5. Соболев В.В., Ищенко Б.С., Куливар В.В., Романова А.С. Способ возбуждения плоских детонационных волн в тонкослойных зарядах взрывчатых веществ // Перспективи розвитку будівельних технологій: матеріали 11-ї міжнародної науково-практичної конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 26–27 квітня 2017 р. – Д.: Національний гірничий університет, 2017. – С. 112-114.
6. Sobolev V.V., Shiman L.N., Nalisko N.N. Kirichenko A.L. Computational modeling in research of ignition mechanism of explosives by laser radiation // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, – 2017 – №6 – P. 53-60.
7. Альтшулер Л.В. Применение ударных волн в физике высоких давлений // Успехи физических наук. – 1965 -Т.85, №2. – С. 197-258.
8. Даниленко В.В. Взрыв: физика, техника, технология. – Москва: Энергоатомиздат, 2010. – 764 с.
9. Дерibas А.А. Физика упрочнения и сварки взрывом. – Новосибирск, 1980. – 241 с.
10. Соболев В.В., Кириченко А.Л., Соляник О.В. Оценка давления на стенки зарядной камеры с учетом изоэнтропы продуктов детонации ВВ и ударной адиабаты породы // Материалы XI Междунар. научно-технич. конференции «Разработка, использование и экологическая безопасность современных гранулированных и эмульсионных взрывчатых веществ» Кременчуг-Свялява, 01-07 февраля 2015 г. – Кременчуг: КрНУ, 2015. – С. 7-9.