

РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ МЕТОД ПОСТРОЕНИЯ УРАВНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ПРОДУКТОВ ДЕТОНАЦИИ

С. В. Шахмаев¹, В. А. Вирченко², А. И. Ахметзянов³, И. В. Ананченко⁴, А. Г. Попцов¹,
В. Н. Щербаков¹, Е. Б. Смирнов⁵

Аннотация: Приводится способ определения параметров уравнения состояния (УрС) продуктов детонации (ПД) Джонса–Уилкинса–Ли (Jones–Wilkins–Lee, JWL) для мощного смесового взрывчатого вещества (ВВ) на основе октогена по данным опытов, полученным в постановке цилиндр-тест с использованием электроконтактной (ЭКД) и лазерно-гетеродинамной (Photonic Doppler Velocimetry, PDV) измерительных методик. В одном из опытов цилиндр-тест с помощью методики PDV на основании измерения массовой скорости на границе ПД/LiF рассчитано давление детонации. По экспериментальным данным опытов в постановках T20 и цилиндр-тест диаметром 20 и 60 мм с помощью разработанной авторами компьютерной программы производились расчеты коэффициентов изоэнтроп ПД в форме JWL. При численном моделировании цилиндр-теста, а также торцевого метания пластины наблюдалось удовлетворительное согласие с экспериментом. Разработанный расчетно-экспериментальный метод предназначен для решения инженерных задач, связанных с действием ПД на окружающую среду.

Ключевые слова: давление в точке Чепмена–Жуге; изоэнтропа продуктов детонации; лазерно-гетеродинамная методика; профиль массовой скорости; уравнение состояния продуктов детонации; цилиндр-тест; электроконтактный датчик

DOI: 10.30826/CE25190112

EDN: ZOSNAI

Литература

1. Валько В. В., Образ О. П., Гасилов В. А. и др. Уравнения состояния продуктов детонации взрывчатых веществ // Препринты ИПМ им. М. В. Келдыша, 2021. № 51. 38 с.
2. Autodyn explicit software for nonlinear dynamics: Theory manual. Revision 4.3. — Century Dynamics Inc., 2005. 235 p.
3. Taylor G. I. Analysis of the explosion of a long cylindrical bomb detonated at one end. — Cambridge: Cambridge University Press, 1941. 22 p.
4. Исаков А. М., Ключков И. С. Способ определения параметров разлета цилиндрической оболочки под действием взрыва. А.с. SU 1223723 А1, МПК7 G01M 19/00. Заявитель и патентообладатель ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ». № 3341412/23; заявл. 04.09.1981; опубл. 10.05.2000. Бюл. № 13. 4 с.
5. Hornberg H. Determination of fume state parameters from expansion measurements of metal tubes // Propell. Explos. Pyrot., 1986. Vol. 11. P. 23–31.
6. Gurney R. W. The initial velocities of fragments from bombs, shells, and grenades. — Aberdeen Proving Ground, MD, USA: Army Ballistics Research Laboratories, 1943. Report BRL 405. 11 p.
7. Jackson S. I. Scaled cylinder test experiments with insensitive PBX 9502 explosive // 15th Detonation Symposium (International) Proceedings. — Office of Naval Research, 2015. P. 171–180.
8. Экспериментальные методы и средства в физике экстремальных состояний вещества / Под ред. Р. И. Ильяева, А. Л. Михайлова, М. В. Жерноклетова. — М.: РАН, 2021. 484 с.
9. Pei Honbo, Huang Wenbin, Lu Li, et al. Measuring detonation wave profiles in plastic-bonded explosives using PDV // AIP Adv., 2019. Vol. 9. No. 11. Art. 115112. 6 p.
10. Dobratz B. M., Crawford P. C. LLNL explosives handbook: Properties of chemical explosives and explosive simulants. — Livermore, CA, USA: Lawrence Livermore National Laboratory, 1985. Report UCRL-52997. 532 p.
11. Загускин В. Л., Григорьев Н. А., Новикова Т. П. и др. Метод расчета изоэнтроп продуктов детонации // IV

¹Федеральное государственное унитарное предприятие «Российский Федеральный ядерный центр — Всероссийский научно-исследовательский институт технической физики», vniitf@vniitf.ru

²Федеральное государственное унитарное предприятие «Специальное конструкторско-технологическое бюро «Технолог», info@sktb-technolog.ru

³Федеральное государственное унитарное предприятие «Специальное конструкторско-технологическое бюро «Технолог», azat45@bk.ru

⁴Федеральное государственное унитарное предприятие «Специальное конструкторско-технологическое бюро «Технолог», anantchenko@yandex.ru

⁵Федеральное государственное унитарное предприятие «Российский Федеральный ядерный центр — Всероссийский научно-исследовательский институт технической физики», smirnov@vniitf.ru

- Всесоюзное совещание по детонации. — Черног-
ловка: ОИХФ АН СССР, 1989. Т. 1. С. 244–250.
12. *Мейдер Ч.* Численное моделирование детонации /
Пер. с англ. В. В. Маркова, В. В. Афанасьева, В. В. Го-
луба, И. В. Егорова. — М.: Мир, 1985. 384 с. (*Mad-
er C. L.* Numerical modeling of detonations. — Los Alam-
os ser. in basic and applied sciences. — Berkley, CA, USA:
University of California Press, 1979. 488 p.)
13. *Пепекин В. И., Губин С. А.* Метательная способность
органических взрывчатых веществ и их пределы по
мощности и скорости детонации // *Физика горения
и взрыва*, 2007. Т. 43. № 1. С. 99–111.

Поступила в редакцию 26.05.2025

После доработки 12.09.2025

Принята к публикации 15.09.2025