

ЭМПИРИЧЕСКИЕ СООТНОШЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ТРОТИЛОВОГО ЭКВИВАЛЕНТА ПОДВОДНОГО ВЗРЫВА*

М. Н. Махов¹

Аннотация: Разработаны эмпирические формулы для оценки тротилового эквивалента (ТЭ) подводного взрыва по энергии ударной волны (УВ) и по энергии газового пузыря (ГП). Метод расчета основан на использовании калориметрических значений теплоты взрыва (ТВ). Соотношения получены статистической обработкой массива данных, включающего значения ТЭ как для взрывчатых материалов (ВМ), не содержащих алюминий (АI), так и для алюминизированных композиций. Выполнены оценки ТЭ подводного взрыва для ряда смесей взрывчатых веществ (ВВ) с порошкообразным алюминием. Наибольший эффект от введения АI получен для ВВ с положительным кислородным балансом (КБ). Расчеты показали отсутствие преимуществ по ТЭ подводного взрыва у композиций с наноразмерным АI перед составами с микроразмерным АI.

Ключевые слова: тротильный эквивалент; взрывчатый материал; теплота взрыва; алюминий; нанокompозит

DOI: 10.30826/CE22150411

EDN: RIJTXQ

Литература

1. Махов М. Н. Определение теплоты взрыва алюминизированных взрывчатых веществ // Хим. физика. 2020. Т. 39. №9. С. 71–79. doi: 10.31857/S0207401X20090083.
2. Махов М. Н., Архипов В. И. К расчету скорости разлета оболочки // Физика горения и взрыва, 1989. Т. 25. № 3. С. 87–89.
3. Makhov M. N. The effect of charge density on the explosion heat of high explosives // 33rd Annual Conference (International) of ICT Proceedings. — Karlsruhe, 2002. Paper 73. 13 p.
4. Махов М. Н. Метод оценки теплоты взрыва алюминизированных ВВ // Тр. Междунар. конф. «VII Харитоновские тематические научные чтения». — Саров: РФЯЦ–ВНИИЭФ, 2005. С. 53–58.
5. Cole R. H. Underwater explosions. — Ann Arbor, MI, USA: University Microfilms International, 1980. 437 p.
6. Bjarnholt G., Holmberg R. Explosive expansion work in underwater detonations // 6th Symposium (International) on Detonation Proceedings. — Coronado, CA, USA, 1976. P. 540–550.
7. Bjarnholt G. Suggestions on standards for measurement and data evaluation in the underwater explosion test // Propell. Explos. Pyrot., 1980. Vol. 5. P. 67–74. doi: 10.1002/prep.19800050213.
8. Xiang D., Rong J., He X., Feng Zh. Underwater explosion performance of RDX/AP-based aluminized explosives // Cent. Eur. J. Energ. Mat., 2017. Vol. 14. No. 1. P. 60–76. doi: 10.22211/cejem/68443.
9. Xiang D.-L., Rong J.-L., Li J. Effect of Al/O ratio on the detonation performance and underwater explosion of HMX-based aluminized explosives // Propell. Explos. Pyrot., 2014. Vol. 39. P. 65–73. doi: 10.1002/prep.201300026.
10. Swisdak M. M. Explosion effects and properties. Part II. Explosion effects in water. — Silver Spring, MD, USA: Naval Surface Weapons Center, 1978. 109 p.
11. Roth J. Underwater explosives in Encyclopedia of Explosives and Related Items. — Dover, NJ, USA: U.S. Army Research and Development Command, 1983. Vol. 10. P. U38–U81.
12. Strømsøe E., Ericson S. W. Performance of high explosives in underwater applications. Part 1: CHNO explosives // Propell. Explos. Pyrot., 1990. Vol. 15. No. 2. P. 48–51.
13. Strømsøe E., Ericson S. W. Performance of high explosives in underwater applications. Part 2: Aluminized explosives // Propell. Explos. Pyrot., 1990. Vol. 15. No. 2. P. 52–53.
14. Комиссаров П. В., Борисов А. А., Соколов Г. Н., Лавров В. В. Энергетические характеристики подводного взрыва неидеальных составов с высоким содержанием алюминия: сравнение с распространенными взрывчатыми веществами // Горение и взрыв, 2016. Т. 9. № 4. С. 148–154.
15. Комиссаров П. В., Борисов А. А., Басакина С. С., Лавров В. В. Усиление взрывной волны подводного взрыва металлизированного заряда в направлении пузырькового канала в сплошной воде // Хим. физика, 2019. Т. 38. № 8. С. 12–23. doi: 10.1134/S0207401X19080053.

* Работа выполнена в рамках Государственного задания «1.5 Фундаментальное исследование энергонасыщенных материалов и электрохимических систем с целью повышения эффективности и безопасности их применения».

¹ Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук, mnn13makhov@yandex.ru

16. *Langer G., Keicher T., Ehrhardt W., Happ A., Keßler A., Kretschmer A.* The influence of particle size of AP and Al on the performance of underwater explosives // 34th Annual Conference (International) of ICT Proceedings. — Karlsruhe, 2003. Paper 12. 16 p.
17. *Junting Y., Baohui Y., Tao Z., Gang L., Xinlian R.* The effect of nano-aluminum powder on the characteristic of RDX based aluminized explosives underwater close-filed explosion // MATEC Web Conf., 2017. Vol. 95. P. 03009. doi: 10.1051/matecconf/20179503009.
18. *Гоголя М. Ф., Махов М. Н., Бражников М. А., Долгобородов А. Ю., Архипов В. И., Жигач А. Н., Лейпунский И. О., Кусков М. Л.* Взрывчатые характеристики алюминизированных нанокompозитов на основе октогена // Физика горения и взрыва, 2008. Т. 44. № 2. С. 85–100.

Поступила в редакцию 05.09.2022