

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ИЗМЕРЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ ВОЗДУШНЫХ УДАРНЫХ ВОЛН МЕТОДОМ АНАЛИЗА КАДРОВ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ВИДЕОСЪЕМКИ*

П. В. Комиссаров¹, С. С. Басакина², С. Н. Точилин³, В. Д. Гаврюшова⁴

Аннотация: Рассмотрены некоторые особенности проведения измерений параметров воздушных ударных волн (УВ) путем анализа последовательных кадров скоростной видеосъемки. Авторы обращают внимание на возможный источник погрешности в определении скорости УВ, возникающий вследствие затенения фронта УВ в плоскости съемки. Затенение происходит из-за искажений, возникающих при изменении коэффициента преломления воздуха при прохождении УВ в зоне между камерой и плоскостью съемки. Путем простых геометрических выкладок показано, что ошибка измерения скорости фронта УВ может достигать 33% в зависимости от типа используемого объектива в диапазоне наиболее типичных расстояний съемки при взрывном эксперименте. Даны рекомендации по выбору объектива и оценке эффективного расстояния при съемке взрыва и последующего определения параметров УВ. Предложен способ индикации (коррекции) возникающей ошибки при помощи лазерных маркеров, размещенных на взрывном поле и создающих несколько реперных точек для последующей компенсации искажений изображения при его цифровой обработке.

Ключевые слова: воздушные ударные волны; высокоскоростная видеосъемка; скорость фронта ударной волны

DOI: 10.30826/CE23160407

EDN: ILXLTG

Литература

1. Dewey J. M. The air velocity in blast waves from T.N.T // P. Roy. Soc. Lond. A Mat., 1964. Vol. 279. P. 366–385. doi: 10.1098/rspa.1964.0110.
2. Swisdak M. M. Explosion effects and properties. Part 1. Explosion effect in air. Report NSWC/WOL/TR-75-116, 1975.
3. Johnson C., Mulligan Ph., Williams K., et al. Effect of explosive charge geometry on shock wave propagation // AIP Conf. Proc., 2017. Vol. 1979. P. 150021-1–150021-6. doi: 10.1063/1.5044977.
4. Kevin L. M., Matthew M. B., Richard A. B., Ronnie A. T. Optical measurement of peak air shock pressures following explosions // Propell. Explos. Pyrot., 2014. Vol. 39. P. 59–64. doi: 10.1002/prep.201300023.
5. Knock C., Davies N., Reeves T. Predicting blast waves from the axial direction of a cylindrical charge // Propell. Explos. Pyrot., 2014. Vol. 40. No. 2. P. 169–179. doi: 10.1002/prep.201300188.
6. Герасимов С. И., Ерофеев В. И., Трепалов Н. А., Яненко Б. А., Герасимова Р. В. Использование теневого фонового метода для регистрации ударной волны от взрыва заряда взрывчатого вещества цилиндрической формы // Проблемы прочности и пластичности, 2018. Т. 80. № 1. С. 109–117.
7. Wang Yong-xu, Liu Yi, Xu Qi-ming, Li Bin, Xie Li-feng. Effect of metal powders on explosion of fuel–air explosives with delayed secondary igniters // Defence Technology, 2021. Vol. 17. P. 785–791. doi: 10.1016/j.dt.2020.05.010.
8. Williams K., Langenderfer M. J., Olbricht G., Johnson C. E. Blast wave shaping by altering cross-sectional shape // Propell. Explos. Pyrot., 2021. Vol. 46. P. 926–934. doi: 10.1002/prep.202000283.
9. Бейкер У., Кокс П., Уэстайн П. и др. Взрывные явления. Оценка и последствия / Пер. с англ. — М.: Мир, 1986. Т. 1. 319 с. (Baker W. E., Cox P. A., Westine P. S., et al. Explosion hazards and evaluation. — 1st ed. — Amsterdam — Oxford — New York: Elsevier Scientific Publishing Co., 1983. 807 p.)
10. Точилин С. Н., Комиссаров П. В., Басакина С. С. Оценка погрешностей определения тротилового эквивалента воздушных взрывов // Хим. физика, 2020. Т. 39. № 8. С. 35–39. doi: 10.31857/S0207401X20080130. EDN: ZDJAAW.
11. Борисов А. А., Комиссаров П. В., Соколов Г. Н., Каплюков Г. В. Определение тротильных эквивалентов взрывов неидеальных взрывчатых веществ // Горение и взрыв, 2010. Т. 3. P. 161–168.
12. Kinney G. F., Graham K. J. Explosive shocks in air. — 2nd ed. — Berlin: Springer-Verlag, 1985. 269 p.

Поступила в редакцию 11.04.2023

* Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных научных исследований РФ «Процессы горения и взрыва», регистрационный номер 122040500073-4.

¹Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук, dot-dot@inbox.ru

²Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук, basakina.s@mail.ru

³Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук, nordica06@rambler.ru

⁴Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук, varvara.gavryushova@yandex.ru