

УТОЧНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВЗРЫВА ПЫЛЕВОЗДУШНЫХ СМЕСЕЙ

Е. В. Манжос¹, А. А. Коржавин², Я. В. Козлов³, И. Г. Намятов⁴

Аннотация: В Институте химической кинетики и горения им. В. В. Воеводского Сибирского отделения Российской академии наук (ИХКГ СО РАН) создана установка для определения показателей взрыва пылевоздушных смесей в соответствии с нормативным документом ГОСТ 12.1.044-89 (п. 4.11). Установка позволяет определять нижний концентрационный предел распространения пламени, минимальную флегматизирующую концентрацию флегматизатора, минимальное взрывоопасное содержание кислорода, а также максимальное давление взрыва пылевоздушных смесей. Необходимость определения таких характеристик вызвана требованиями безопасности при выполнении производственных процессов, связанных с образованием горючих пылегазовых смесей. Целью настоящей работы является обоснование выбора конструктивных параметров источника зажигания, времени начала распыления и времени отключения спирали нагрева, являющимися основными для верного определения показателей взрыва пылевоздушных смесей. Для достижения поставленной цели были проведены экспериментальные исследования материала и конструктивных параметров спирали нагрева и подобраны их оптимальные значения. Дано теоретическое описание, удовлетворительно описывающее экспериментально измеренную динамику процессов нагрева и охлаждения спирали нагрева. Обоснован момент открытия подающего воздух клапана, определяющий время начала распыления и время отключения спирали нагрева.

Ключевые слова: взрывоопасная пыль; пределы взрываемости; давление взрыва; спираль нагрева; теплообмен

DOI: 10.30826/CE21140309

Литература

1. *Hartmann I.* Dust explosions in coal mines and industry // *Sci. Mon.*, 1954. Vol. 79. No. 2. P. 97–108.
2. *Bartknecht W.* Explosionen: Ablauf und Schutzmassnahmen. — Berlin – Heidelberg – New York: Springer-Verlag, 1980. 266 p.
3. *Корольченко А. Я.* Пожаровзрывоопасность промышленной пыли. — М.: Химия, 1986. 212 с.
4. *Cybulski K., Malich B., Wieczorek A.* Evaluation of the effectiveness of coal and mine dust wetting // *J. Sustain. Min.*, 2015. Vol. 14. P. 83–92. doi: 10.1016/j.jsm.2015.08.012.
5. *Пейч Л. М., Торрент Х. Г., Аньез Н. Ф., Эскобар Х. М. М.* Предотвращение распространения взрывов метана и пыли в угольных шахтах // *Записки Горного института*, 2017. Т. 225. С. 307–312. doi: 10.18454/PMI.2017.3.307.
6. *Портола В. А., Овчинников А. Е., Син С. А., Игишев В. Г.* Анализ аварийности и пожароопасности угольных шахт // *Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности*, 2018. № 4. С. 36–42.
7. *Портола В. А.* Оценка концентрационных пределов взрывчатости угольной пыли // *Вестник Кузбасского государственного технического университета*, 2016. № 5. С. 16–22.
8. *Полетаев Н. Л.* О проблеме экспериментального обоснования низкой взрывоопасности горючей пыли в 20-литровой камере // *Пожаровзрывобезопасность*, 2017. Т. 26. № 6. С. 5–20.
9. *Liu T., Cai Z., Wang N., Li Y.* WITHDRAWN: Experimental and numerical study on flame propagation characteristics of coal dust explosion in small-scale space // *Alexandria Eng. J.*, 2020. doi: 10.1016/j.aej.2020.10.034.
10. *Addai E. K., Gabel D., Krause U.* Models to estimate the lower explosion limits of dusts, gases and hybrid mixtures // *Chem. Engineer. Trans.*, 2016. Vol. 48. P. 313–318. doi: 10.3303/CET1648053.
11. *Shi Shulei, Jiang Bingyou, Meng Xiangrui.* Assessment of gas and dust explosion in coal mines by means of fuzzy fault tree analysis // *Int. J. Mining Science Technology*, 2018. Vol. 28. Iss. 6. P. 991–998. doi: 10.1016/j.ijmst.2018.07.007.
12. *Wang Yan, Qi Yingquan, Gan Xiangyang, et al.* Influences of coal dust components on the explosibility of hybrid mix-

¹Институт химической кинетики и горения им. В. В. Воеводского Сибирского отделения Российской академии наук, eugen.manzhos@kinetics.nsc.ru

²Институт химической кинетики и горения им. В. В. Воеводского Сибирского отделения Российской академии наук, korzh@kinetics.nsc.ru

³Институт химической кинетики и горения им. В. В. Воеводского Сибирского отделения Российской академии наук, yaroslav@kinetics.nsc.ru

⁴Институт химической кинетики и горения им. В. В. Воеводского Сибирского отделения Российской академии наук, inam@kinetics.nsc.ru

- tures of methane and coal dust // *J. Loss Prevent. Proc.*, 2020. Vol. 67. P. 104222. doi: 10.1016/j.jlp.2020.104222.
13. Qi Y., Gan X., Li Z., Li L., Wang Y., Ji W. Variation and prediction methods of the explosion characteristic parameters of coal dust gas mixtures // *Energies*, 2021. Vol. 14. P. 264. doi: 10.3390/en14020264.
 14. Палеев Д. Ю., Бакланов А. М., Дубцов С. Н., Замашиков В. В., Конторович А. Э., Коржавин А. А., Онищук А. А., Пуртов П. А. Влияние наноразмерной фракции угольной пыли на взрывоопасность пылеметановоздушных смесей // *Горный информационно-аналитический бюллетень*, 2015. № 57. С. 231–237.
 15. Addai E., Gabel D., Krause U. Experimental investigations of the minimum ignition energy and the minimum ignition temperature of inert and combustible dust cloud mixtures // *J. Hazard. Mater.*, 2016. Vol. 307. P. 302–311. doi: 10.1016/j.jhazmat.2016.01.018.
 16. Onischuk A., Dubtsov S., Baklanov A., Valiulin S., Koshlyakov P., Paleev D., Mitrochenko V., Zamashchikov V., Korzhavin A. Organic nanoaerosol in coal mines: Formation mechanism and explosibility // *Aerosol and Air Quality Research*, 2017. Vol. 17. Iss. 7. P. 1735–1745. doi: 10.4209/aaqr.2016.12.0533.
 17. Valiulin S. V., Onischuk A. A., Baklanov A. M., Bazhina A. A., Paleev D. Yu., Zamashchikov V. V., Korzhavin A. A., Dubtsov S. N. Effect of coal mine organic aerosol on the methane/air lower explosive limit // *Int. J. Coal Sci. Technol.*, 2020. Vol. 7. P. 778–786. doi: 10.1007/s40789-020-00313-4.
 18. Валиулин С. В., Онищук А. А., Палеев Д. Ю., Замашиков В. В., Коржавин А. А., Фомин В. М. Влияние органического аэрозоля в угольных шахтах на предел воспламенения метано-воздушной смеси // *Хим. физика*, 2021. Т. 40. № 4. С. 41–48. doi: 10.31857/S0207401X21040130.
 19. Лисаков С. А., Сытин Е. В., Павлов А. Н., Галенко Ю. А. Моделирование процесса нестационарного горения метано-воздушной смеси в угольных шахтах // *Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности*, 2018. № 1. С. 40–53.
 20. Манжос В. К., Колесников Б. Я. Основные концепции промотирования и ингибирования горения // *Горение и плазмохимия*, 2021. Т. 19. № 1. С. 3–15. doi: 10.18321/cpc411.
 21. Khudhur D. A., Ali M. W., Abdullah T. A. T. Mechanisms, severity and ignitability factors, explosibility testing method, explosion severity characteristics, and damage control for dust explosion: A concise review // *J. Phys. Conf. Ser.*, 2021. Vol. 1892. P. 012023. doi: 10.1088/1742-6596/1892/1/012023.
 22. Таблицы физических величин: Справочник / Под ред. акад. И. К. Кикоина. — М: Атомиздат, 1976. 1006 с.
 23. Сазонов М. С., Голоскоков С. И. Исследование взрывчатости угольной пыли различного дисперсного состава // *Вестник Научного центра ВостНИИ по промышленной и экологической безопасности*, 2019. Т. 1. С. 5–13. doi: 10.25558/VOSTNII.2019.89.87.001.
 24. Геращенко О. А., Гордов А. Н., Еремина А. К. и др. Температурные измерения: Справочник / Отв. ред. О. А. Геращенко. — Киев: Наук. Думка, 1989. 704 с.
 25. Варгафтик Н. Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. — М.: Наука, 1972. 721 с.

Поступила в редакцию 14.08.2021