ГОРЕНИЕ И ВЗРЫВ, 2026. Том 19. №2. С. 46–55

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПОТОКА АЭРОВЗВЕСИ НА СКОРОСТЬ И ПРЕДЕЛЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПЛАМЕНИ

А. Г. Егоров[1]

Аннотация: Представлены экспериментальные данные о влиянии начальных параметров потока аэровзвеси частиц алюминия: коэффициента избытка воздуха α, среднего диаметра частиц d_{32}, температуры T_0 и турбулентности ε_0 на видимую скорость и пределы распространения пламени. Установлен характер зависимости скорости пламени от коэффициента избытка воздуха $u_f(\alpha)$ в потоке аэровзвеси порошков алюминия марки АСД-1 и АСД-4. Для порошков обеих марок в богатой области на графике зависимости $u_f(\alpha)$ имеется максимум при значениях $\alpha \approx 0{,}2$. Для частиц АСД-1 с $d_{32} = 17{,}4$ мкм, горение которых протекает в диффузионном режиме, с увеличением коэффициента избытка воздуха скорость пламени монотонно уменьшается. Для частиц АСД-4 с $d_{32} = 7{,}4$ мкм, горение которых происходит в кинетическом режиме, зависимость $u_f(\alpha)$ имеет второй максимум вблизи стехиометрии $\alpha \approx 1$. Характер зависимости видимой скорости пламени от коэффициента избытка воздуха в широком диапазоне ($\alpha = 0{,}1$–$3{,}0$), полученный в настоящей работе, свидетельствует о том, что на скорость и пределы распространения пламени в большей степени влияет состав аэровзвеси, а не гидродинамические параметры потока.

Ключевые слова: видимая скорость; пределы; распространение; пламя; состав; аэровзвесь; режим; горение; коэффициент избытка воздуха

DOI: 10.30826/CE26190205 **EDN:** SXZCBX

Литература

1. *Алексеев А. Г., Судакова И. В.* Скорость распространения пламени в аэровзвесях металлических порошков // Физика горения и взрыва, 1983. Т. 19. № 5. С. 34–36.
2. *Афанасьев С. Н., Жарков В. Ю., Озеров Е. С.* Воспламенение и горение газовзвеси частиц алюминия // Физика аэродисперсных систем, 1985. Вып. 27. С. 39–42.
3. *Ягодников Д. А.* Воспламенение и горение порошкообразных металлов. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. 432 с.
4. *Ягодников Д. А., Сухов А. В., Малинин В. И., Кирьянов И. М.* Роль реакции азотирования в распространении пламени по переобогащенным металловоздушным смесям // Вестник МГТУ им. Н. Э. Баумана. Сер. Машиностроение, 1990. № 1. С. 107.
5. *Полетаев Н. И.* Связь скорости распространения пылевого пламени с режимом горения частиц горючего // Физика горения и взрыва, 2016. Т. 52. № 6. С. 60–69.
6. *Щетинков Е. С.* Физика горения газов. — М.: Наука, 1965. 740 с.
7. *Егоров А. Г.* Процессы горения порошкообразного алюминия в прямоточных камерах реактивных двигательных установок. — Самара: Изд-во Самарского научного центра РАН, 2004. 376 с.
8. *Агеев Н. Д., Горошин С. В., Золотко А. Н., Полетаев Н. И., Шошин Ю. Л.* Скорость стационарного пламени в газовзвесях алюминия // Горение гетерогенных и газовых систем: мат-лы IX Всесоюзного симпозиума по горению и взрыву. — Черноголовка: ИХФ АН СССР, 1989. С. 83–85.
9. *Scurlock A. C.* Flame stabilization and propagation in high velocity gas streams. — Cambrifge, MA, USA: Massachusetts Institute of Technology, Fuels Research Laboratory, 1948. Meteor Report 19. 565 p.
10. *Williams G. C., Hottel H. C., Scurlock A. C.* Flame stabilization and propagation in high velocity gas streams // 3rd Symposium on Combustion, Flame and Explosion Phenomena Proceedings. — Baltimore, MD, USA: Williams & Wilkins Co., 1949. P. 21–40.
11. *Семенов И. А., Мацеевич Б. В.* Динамические особенности горения газовзвесей полидисперсных порошков алюминия // Физика горения и взрыва, 2005. Т. 41. № 4. С. 78–83.
12. *Ярин Л. П., Сухов Г. С.* Основы теории горения двухфазных сред. — Л.: Энергоатомиздат. Ленинградское отделение, 1987. 238 с.
13. *Малинин В. И.* Внутрикамерные процессы в установках на порошкообразных металлических горючих. — Екатеринбург, Пермь: УрО РАН, 2006. 262 с.
14. *Воронецкий А. В., Крылов В. И., Арефьев К. Ю., Гусев А. А.* Методологические аспекты разработки математических моделей горения частиц металлов в воздухе // Инженерный ж.: наука и инновации, 2017. № 1(61). С. 1–19.
15. *Julien P., Vickery J., Goroshin S., et al.* Freely-propagating flames in aluminum dust clouds // Combust. Flame, 2015. Vol. 162. Iss. 11. P. 4241–4253. doi: 10.1016/j.combustflame.2015.07.046.
16. *Гринчук П. С.* Влияние стохастичности пространственного распределения частиц газовзвеси на распространение фронта пламени // Физика горения и взрыва, 2014. Т. 50. № 3. С. 32–42.

[1]Тольяттинский государственный университет, eag@tltsu.ru

17. *Kobayashi H., Nokuyama O., Okuyana Y., Niiokay T.* Flame propagation experiment of PMMA particle cloud in a microgravity environment // P. Combust. Inst., 1994. Vol. 25. P. 1693–1699. doi: 10.1016/S0082-0784(06)80817-9.

18. *Goroshin S., Fomenko I., Lee J. H. S.* Burning velocities in fuel-rich aluminum dust clouds // P. Combust. Inst., 1996. Vol. 26. No. 2. P. 1961–1967. doi: 10.1016/S0082-0784(96)80019-1.

19. *Бойчук Л. В., Шевчук В. Г., Швец А. И.* Распространение пламени в двухкомпонентных составах газовзвесей алюминия и бора // Физика горения и взрыва, 2002. Т. 38. № 6. С. 51–54.

20. *Risha G. A., Huang Y., Yetter R. A., Yang V.* Experimental investigation of aluminum particle dust cloud combustion. AIAA Paper No. 2005-739, 2005.

21. *Bocanegra E. P., Sarou-Kanian V., Davidenko D., Chauveau C., Gökalp I.* Studies on the burning of micro- and nano-aluminum particle clouds in air // Progress in propulsion physics / Eds. L. DeLuca, C. Bonnal, O. Haidn, S. Frolov. — Paris: EDP Sciences; Moscow: TORUS PRESS, 2009. Vol. 1. P. 47–62. doi: 10.1051/eucass/200901047.

Поступила в редакцию 08.12.2025
После доработки 18.03.2026
Принята к публикации 23.03.2026