

НОВЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ ПО ИДЕНТИФИКАЦИИ ВТОРИЧНЫХ КАПЕЛЬ ПОСЛЕ РАСПАДА ДВУХЖИДКОСТНЫХ КАПЕЛЬ*

Д. В. Антонов, Р. С. Волков, Д. С. Разумов, П. А. Стрижак

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Аннотация: Получены новые экспериментальные данные о характеристиках вторичных капель (время задержки паффинга/микровзрыва, распределение размеров капель и соотношение площадей поверхности испарения после и до распада), образующихся в результате распада двухжидкостных капель. Установлено влияние конфигурации капель на характеристики распада (топливо (рапсовое масло) – оболочка, вода–ядро, и наоборот). Проведены эксперименты с двухжидкостными каплями, в которые добавляются частицы угля, в соответствии с технологиями распыления без предварительного смешения в камерах сгорания. Определены условия распада двухжидкостных капель вода/топливо в монодисперсном и полидисперсном аэрозоле. Описаны различия эффектов вторичного измельчения воды и топлива. Определено влияние температуры газа в диапазоне от 720 до 1070 К на характеристики вторичных капель.

Ключевые слова: группа капель; двухжидкостные капли; микровзрыв; вторичные капли; коллективные эффекты; теневая съемка

DOI: 10.30826/CE23160104

EDN: XDSFYC

Литература

1. Watanabe H., Suzuki Y., Harada T., Matsushita Y., Aoki H., Miura T. An experimental investigation of the breakup characteristics of secondary atomization of emulsified fuel droplet // *Energy*, 2010. Vol. 35. P. 806–813. doi: 10.1016/j.energy.2009.08.021.
2. Vysokomornaya O. V., Voytkov I. S., Kuznetsov G. V., Abramova A. V. High-temperature evaporation of water emulsion droplets used in thermal fluid treatment // *Int. J. Heat Mass Tran.*, 2018. Vol. 126. P. 1043–1048. doi: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2018.05.108.
3. Antonov D. V., Piskunov M. V., Strizhak P. A. Breakup and explosion of droplets of two immiscible fluids and emulsions // *Int. J. Therm. Sci.*, 2019. Vol. 142. P. 30–41. doi: 10.1016/j.ijthermalsci.2019.04.011.
4. Avulapati M. M., Megaritis T., Xia J., Ganippa L. Experimental understanding on the dynamics of micro-explosion and puffing in ternary emulsion droplets // *Fuel*, 2019. Vol. 239. P. 1284–1292. doi: 10.1016/j.fuel.2018.11.112.
5. Kuznetsov G. V., Shlegel N. E., Solomatin Y., Strizhak P. A. Combined techniques of secondary atomization of multi-component droplets // *Chem. Eng. Sci.*, 2019. Vol. 209. P. 115199. doi: 10.1016/j.ces.2019.115199.
6. Sazhin S. S., Bar-Kohany T., Nissar Z., Antonov D., Strizhak P. A., Rybdylova O. D. A new approach to modelling micro-explosions in composite droplets // *Int. J. Heat Mass Tran.*, 2020. Vol. 161. P. 120238. doi: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2020.120238.
7. Zhu J., Li R., Wang Z., Liu S. Microexplosion kinetics of alcohol-based emulsified biodiesel droplets evaporated in high temperature // *J. Energy Eng.*, 2021. Vol. 147. doi: 10.1061/(asce)jey.1943-7897.0000794.
8. Watanabe H., Harada T., Matsushita Y., Aoki H., Miura T. The characteristics of puffing of the carbonated emulsified fuel // *Int. J. Heat Mass Tran.*, 2009. Vol. 52. P. 3676–3684. doi: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2009.02.033.
9. Davanlou A., Lee J. D., Basu S., Kumar R. Effect of viscosity and surface tension on breakup and coalescence of bicomponent sprays // *Chem. Eng. Sci.*, 2015. Vol. 131. P. 243–255. doi: 10.1016/j.ces.2015.03.057.
10. Wamankar A. K., Murugan S. DI diesel engine operated with carbon-black–water–diesel slurry at different injection timing and nozzle opening pressure // *J. Energy Inst.*, 2016. Vol. 89. P. 731–744. doi: 10.1016/j.joei.2015.04.003.
11. Watanabe H., Matsushita Y., Aoki H., Miura T. Numerical simulation of emulsified fuel spray combustion with puffing and micro-explosion // *Combust. Flame*, 2010. Vol. 157. P. 839–852. doi: 10.1016/j.combustflame.2010.01.013.
12. Pan K. L., Chiu M. C. Droplet combustion of blended fuels with alcohol and biodiesel/diesel in microgravity condition // *Fuel*, 2013. Vol. 113. P. 757–765. doi: 10.1016/j.fuel.2013.03.029.
13. Wang Z., Shi S., Huang S., Tang J., Du T., Cheng X., Huang R., Chen J.-Y. Effects of water content on evaporation and combustion characteristics of water emulsified diesel spray // *Appl. Energ.*, 2018. Vol. 226. P. 397–407. doi: 10.1016/j.apenergy.2018.06.023.
14. Antonov D. V., Voytkov I. S., Volkov R. S., Vysokomornaya O. V. Explosion breakdown of drops of emulsions of water with petroleum products as a result of their intensive heating // *J. Engineering Physics Thermophysics*, 2019. Vol. 92. P. 398–408. doi: 10.1007/s10891-019-01944-4.

*Исследования выполнены за счет средств гранта Российского научного фонда, проект № 21-71-10008 (<https://rscf.ru/project/21-71-10008/>). Статья основана на докладе, представленном на 10-м Международном симпозиуме по неравновесным процессам, плазме, горению и атмосферным явлениям (NEPCAP), прошедшем в Сочи (Россия) в период с 3 по 7 октября 2022 г.

15. *Shlegel N. E., Tkachenko P. P., Strizhak P. A.* Influence of viscosity, surface and interfacial tensions on the liquid droplet collisions // *Chem. Eng. Sci.*, 2020. Vol. 220. P. 115639. doi: 10.1016/j.ces.2020.115639.
16. *Voytkov I. S., Kuznetsov G. V., Strizhak P. A.* The critical atomization conditions of high-potential fire suppressant droplets in an air flow // *Powder Technol.*, 2021. Vol. 384. P. 505–521. doi: 10.1016/j.powtec.2021.02.039.
17. *Suzuki Y., Harada T., Watanabe H., Shoji M., Matsushita Y., Aoki H., Miura T.* Visualization of aggregation process of dispersed water droplets and the effect of aggregation on secondary atomization of emulsified fuel droplets // *P. Combust. Inst.*, 2011. Vol. 33. P. 2063–2070. doi: 10.1016/j.proci.2010.05.115.
18. *Yaws L. C.* *Yaws' handbook of thermodynamic and physical properties of chemical compounds.* — Knovel, 2003.
19. *Antonov D. V., Kuznetsov G. V., Strizhak P. A.* Comparison of the characteristics of micro-explosion and ignition of two-fluid water-based droplets, emulsions and suspensions, moving in the high-temperature oxidizer medium // *Acta Astronaut.*, 2019. Vol. 160. P. 258–269. doi: 10.1016/j.actaastro.2019.04.048.
20. *Antonov D., Vysokomornaya O., Piskunov M., Shlegel N.* Analysis of statistical data on drop collisions in an aerosol flow during experiments // *EPJ Web Conf.*, 2019. Vol. 196. P. 00013. doi: 10.1051/epjconf/201919600013.
21. *Shinjo J., Xia J., Ganippa L. C., Megaritis A.* Physics of puffing and microexplosion of emulsion fuel droplets // *Phys. Fluids*, 2014. Vol. 26. P. 103302. doi: 10.1063/1.4897918.

Поступила в редакцию 19.01.2022