

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕССА ТУШЕНИЯ НИЗОВЫХ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ В УСЛОВИЯХ РАЗНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ АЭРОЗОЛЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ОГNETУШАЩИХ СОСТАВОВ*

К. О. Пономарев¹, А. С. Свириденко², А. О. Жданова³

Аннотация: Определены оптимальные условия и характеристики распыления огнетушащих составов для снижения температуры в зоне горения типичных лесных горючих материалов (ЛГМ). Варьирование концентрации аэрозоля составов обусловлено в первую очередь тем, что, с одной стороны, капли могут прогреться, что соответствует эндотермическим процессам отвода тепла, а с другой — испариться, что будет характерно фазовому переходу и до очага горения дойдет лишь пар, который может легко уноситься высокотемпературными продуктами сгорания. Проведена серия экспериментальных исследований по установлению условий и характеристик процессов, протекающих при локализации и ликвидации горения типичных твердых горючих материалов (древесины, смеси ЛГМ) в условиях воздействия капель воды разной дисперсности. Определены времена термического разложения твердых горючих материалов после подавления пламенного горения огнетушащими составами на основе воды с добавлением пенообразователя и ФР-Лес 01. Установлен минимальный объем и режим распыления (размеры капель) аэрозолей разных концентраций для эффективного снижения температуры в зоне горения.

Ключевые слова: лесной пожар; очаг горения; тушение; огнетушащий состав; аэрозоль

DOI: 10.30826/CE22150205

EDN: NRASOV

Литература

1. Баратов А. Н., Забегаев В. И., Цариченко С. Г. Способ тушения пожара распыленной водой с добавками. Патент РФ № 2403927, 2010.
2. Kopylov N., Moskvilin E., Fedotkin D., Strizhak P. Influence of viscosity of fire-extinguishing solution on forest fires extinguish using aviation // Forestry Eng. J., 2017. Vol. 6. No. 4. P. 62–67. doi: 10.12737/23436.
3. Shi J., Ren W., Liu X. Novel technology for fire suppression using nitrogen–water mist in enclosed spaces // Geomat. Nat. Haz. Risk, 2020. Vol. 11. No. 1. P. 22–39. doi: 10.1080/19475705.2019.1705402.
4. Solomatin Y., Shlegel N., Strizhak P. Secondary atomization of firefighting liquid droplets by their collisions // Atomization Spray., 2019. Vol. 29. No. 5. P. 429–454. doi: 10.1615/AtomizSpr.2019030766.
5. Huang X., Wang X. S., Liao G. X. Characterization of an effervescent atomization water mist nozzle and its fire suppression tests // P. Combust. Inst., 2011. Vol. 33. No. 2. P. 2573–2579. doi: 10.1016/j.proci.2010.06.001.
6. Копылов Н. П., Кузнецов А. Е., Сушкина Е. Ю., Новикова В. И., Стрижак П. А. Корректировка высоты сброса с самолета огнетушащих веществ при тушении лесных пожаров // Актуальные проблемы пожарной безопасности. — Балашиха: ВНИИПО, 2020. С. 368–373.
7. В Greenpeace назвали 2021 год самым катастрофическим для лесов России. <https://www.rbc.ru/society/19/09/2021/61470ed89a79471e522f66d9>.
8. Копылов Н. П., Москвиллин Е. А., Федоткин Д. В., Стрижак П. А. Влияние вязкости огнетушащего раствора на тушение лесных пожаров с помощью авиации // Лесотехнический журнал, 2016. Т. 6. № 4. P. 62–67 doi: 10.12737/23436.
9. Кузнецов Г. В., Пономарев К. О., Захаревич А. В., Стрижак П. А. Взаимодействие типичных огнетушащих жидкостей с фронтом горения лесных материалов // Инженерно-физический ж., 2021. Т. 94. № 6. С. 1430–1435. doi: 10.1007/s10891-021-02445-z.
10. Gao J., Rodrigues N. S., Sojka P. E., Chen J. Measurement of aerodynamic breakup of non-Newtonian drops by digital in-line holography // Fluids Engineering Division Summer Meeting Proceedings. — Chicago, IL, USA: ASME, 2014. Vol. 2. Paper No. FEDSM2014-22039. 6 p. doi: 10.1115/FEDSM2014-22039.
11. Baker T., Negri M., Bertola V. Atomization of high-viscosity and non-Newtonian fluids by premixing // Atomization Spray., 2018. Vol. 28. No. 5. P. 403–416. doi: 10.1615/AtomizSpr.v28.i5.20.
12. Войтков И. С., Волков П. С., Высокоморная О. В., Жданова А. О. Экспериментальное исследование процессов тушения модельных очагов пожара распределенными во времени и пространстве капельными потоками воды // Пожаровзрывобезопасность, 2016. Т. 25. № 6. С. 56–65. doi: 10.18322/PVB.2016.25.06.56-65.

* Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 21-79-00030, <https://rscf.ru/project/21-79-00030/>.

¹ Тюменский государственный университет, k.o.ponomarev@utmn.ru

² Национальный исследовательский Томский политехнический университет, sviridenko.55@bk.ru

³ Национальный исследовательский Томский политехнический университет, zhdanovaao@tpu.ru

13. Волков Р. С., Кузнецов Г. В., Стрижак П. А. Экспериментальное исследование процессов подавления пламенного горения и термического разложения модельных низовых и верховых лесных пожаров // Физика горения и взрыва, 2017. Т. 53. № 6. С. 67–78. doi: 10.15372/FGV20170608.
14. Волков Р. С., Кузнецов Г. В., Стрижак П. А. Экспериментальное определение размеров заградительной полосы и удельного расхода воды для эффективной локализации и полной остановки фронта типичного низового лесного пожара // Прикладная механика и техническая физика, 2019. Т. 60. № 1(353). С. 79–93. doi: 10.15372/PMTF20190110.
15. Кузнецов Г. В., Антонов Д. В., Войтков И. С., Исламова А. Г., Кропотова С. С., Шлегель Н. Е. Закономерности тепломассообмена при локализации очагов низовых лесных пожаров с применением заградительных полос // Инженерно-физический ж., 2021. Т. 94. № 3. С. 796–810.
16. Антонов Д. В., Войтков И. С., Волков Р. С., Жданова А. О., Кузнецов Г. В., Хасанов И. Р., Шлегель Н. Е. Влияние специализированных добавок на эффективность локализации пламенного горения и термического разложения лесных горючих материалов // Пожаровзрывобезопасность, 2018. Т. 27. № 9. С. 5–16. doi: 10.18322/PVB.2018.27.09.5-16.
17. Войтков И. С., Волков Р. С., Жданова А. О., Кузнецов Г. В., Накоряков В. Е. Физико-химические процессы при взаимодействии аэрозоля с фронтом горения лесных горючих материалов // Прикладная механика и техническая физика, 2018. Т. 59. № 5(351). С. 143–155. doi: 10.15372/PMTF20180517.
18. Антонов Д. В., Волков Р. С., Войтков И. С., Жданова А. О., Кузнецов Г. В. Влияние специализированных добавок и примесей в водном аэрозоле на условия подавления лесного пожара // Инженерно-физический ж., 2018. Т. 91. № 5. С. 1318–1327.
19. ГОСТ Р 50588-2012. Пенообразователи для тушения пожаров / Общие технические требования и методы испытаний. — М.: Стандартинформ, 2013. 24 с.
20. Пламезамедлитель длительного действия ФР-Лес 01. <https://lessnab.com/katalog/lesopozharnoe-oborudovanie/khimicheskie-sredstva-dlya-borby-s-pozharami/plamezamedlitel-fr-sros-134t/>.
21. Антонов Д. В., Волков Р. С., Жданова А. О., Кузнецов Г. В., Стрижак П. А. Экспериментальное исследование условий тушения лесных горючих материалов // Инженерно-физический ж., 2017. Т. 90. № 3. С. 543–553.
22. Zhdanova A. O., Kuznetsov G. V., Strizhak P. A. Experimental study of regularities in suppression of flame combustion and thermal decomposition of forest combustible materials using aerosols of different dispersiveness // J. Eng. Thermophys., 2019. Vol. 28. No. 1. P. 43–55. doi: 10.1134/S1810232819010041.
23. Laoutid F., Bonnaud L., Alexandre M., Lopez-Cuesta J. M., Dubois P. New prospects in flame retardant polymer materials: From fundamentals to nanocomposites // Mat. Sci. Eng. R, 2009. Vol. 63. No. 3. P. 100–125. doi: 10.1016/j.mser.2008.09.002.
24. Vahabi H., Laoutid F., Mehrpouya M., Saeb M. R., Dubois P. Flame retardant polymer materials: An update and the future for 3D printing developments // Mat. Sci. Eng. R, 2021. Vol. 144. P. 100604. doi: 10.1016/j.mser.2020.100604.

Поступила в редакцию 19.01.2022