

Экспериментальное исследование плотности орошения при сбросе жидкого хладагента с борта БПЛА*

В.А. Архипов¹, С.А. Басалаев¹, И.С. Бондарчук¹,
Н.Н. Золоторёв¹, О.В. Матвиенко^{1,2}, К.Г. Перфильева¹

¹Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

²Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск, Россия

Представлены метод и результаты экспериментального исследования плотности орошения в зависимости от коэффициента поверхностного натяжения жидкого хладагента и высоты его сброса из модельного сливного устройства, установленного на борту БПЛА. Получены пространственные распределения плотности орошения и значения эффективного радиуса зоны орошения при варьировании высоты сброса в диапазоне $H = 10\text{--}14$ м и коэффициента поверхностного натяжения жидкости в диапазоне $\sigma = 71.2\text{--}31.0$ мН/м.

Ключевые слова: модельное сливное устройство, жидкий хладагент, высота сброса, поверхностно-активное вещество, коэффициент поверхностного натяжения, пространственное распределение плотности орошения, эффективный радиус зоны орошения.

Введение

Одними из основных параметров, характеризующих эффективность воздействия жидкого хладагента при авиационном тушении пожара, являются плотность орошения (удельный расход жидкости) Q – объем жидкости, поступающей на единицу площади поверхности, и интенсивность орошения G – объем жидкости, поступающей на единицу площади поверхности в единицу времени.

Результаты определения критических значений Q и G , необходимых и достаточных для тушения конкретного типа пожара, полученные в условиях модельных (имитационных) экспериментов, подкрепленные результатами тушения реальных пожаров с использованием самолетов Ил-76, Бе-200, вертолетов Ми-8, Ка-32, опубликованы в целом ряде работ. Анализ опубликованных результатов [1–5] показывает, что среднее значение критической плотности орошения зависит от типа пожара, физических характеристик хладагента, условий и высоты его сброса и варьируется в широком диапазоне $Q = 0.2\text{--}3.5$ л/м².

В качестве жидкого хладагента наиболее широко применяется вода. Однако ее использование для тушения пожаров ограничено низкой смачивающей способностью, обусловленной высоким значением коэффициента поверхностного натяжения. Это снижает эффективность тушения тлеющих и волокнистых материалов, которые могут гореть при низком уровне содержания кислорода [6]. Повышение смачивающей способности воды эффективно достигается за счет введения в состав жидкого хладагента поверхностно-активных веществ (ПАВ), снижающих поверхностное натяжение на межфазной границе [6, 7].

В статье [8] для верификации математических моделей пожаротушения предложен метод моделирования сброса жидкого хладагента при авиационном тушении пожаров путем использования недорогих беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Наряду с возможностью моделирования, использование БПЛА может представлять самостоятельный интерес в подавлении ограниченных очагов пожара и при оценке параметров, влияющих на эффективность тушения пожара.

В настоящей работе представлены метод [9] и результаты экспериментального исследования влияния высоты сброса и коэффициента поверхностного натяжения жидкого хладагента на пространственное распределение плотности орошения и эффективный радиус зоны орошения, характеризующий область поверхности, в которую попадает ~ 40% сбрасываемого хладагента.

* Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-19-00307-П, <https://rscf.ru/project/22-19-00307/>.