

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

Масленников Дмитрий Александрович

канд. физ.-мат. наук, доцент

Катаева Лилия Юрьевна

д-р физ.-мат. наук, профессор

Лощилова Наталья Алексеевна

ассистент

Нижегородский государственный технический

университет им. Р.Е. Алексеева

г. Нижний Новгород, Нижегородская область

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТУШЕНИЯ ЛЕСНОГО ПОЖАРА ПРИ ПОДАЧЕ ВОДЫ В БЛИЖАЙШУЮ К ИСТОЧНИКУ ВОДЫ ТОЧКУ

Аннотация: работа посвящена анализу результатов численного моделирования тушения лесного пожара. При моделировании варьировались температура среды для тушения и интенсивность подачи воды. Приведены результаты численных экспериментов моделирования тушения пожара заданным потоком воды. Выявлены зависимости необходимой для тушения интенсивности подачи воды от критической температуры в точке прицела.

Ключевые слова: лесной пожар, тушение, численное моделирование, критическая температура тушения, критическая интенсивность подачи воды.

Лесные пожары ежегодно наносят огромный ущерб, а при выходе из-под контроля, последствия могут быть катастрофическими. Большая часть ущерба приходится на крупные лесные пожары, которые способны распространяться с высокой скоростью и характеризуются сложными условиями тушения. Тушение таких пожаров может быть осложнено человеческим фактором, так как эффективной зоной для тушения является зона пиролиза, которую сложно установить без предварительных расчетов, и ограниченностью технических возможностей

устройств подачи воды. Таким образом, успешное подавление лесного пожара требует решения ряда задач по выбору оптимальных условия тушения. В основе математической модели тушения лесных пожаров лежат модели, подробно описанные в работах [1 - 3]. Численное моделирование процесса тушения осуществляется на основе метода крупных частиц на разнесенном шаблоне [4, 5], а для сокращения времени вычислений использовался алгоритм оптимизации по размещению данных [6]. Во время пожара фронт горения делится на различные температурные зоны: прогрев, сушка, пиролиз, догорание конденсированных продуктов. При изменении температуры, при которой подается вода, меняется и зона прицела водяной пушки. Рассмотрим случай, когда ввиду технических ограничений, источник подачи воды не может подавать воду на дальние расстояния. Поэтому исследуем оптимальные параметры тушения при подаче воды в точку, лежащую максимально близко к пушке с температурой, выше критической. Таблица 1 демонстрирует результаты численных экспериментов моделирования динамики тушения лесного пожара заданным потоком воды.

Таблица 1

Зависимость эффективности подачи воды от значения критической температуры

Критическая температура, К	Критическая интенсивность подачи воды, кг/(м·с)
450	2,375
500	2,111
550	1,995
600	1,885
800	1,726
900	1,759
1100	1,796
1500	2,677

Видно, что тушение максимально эффективно при температуре 800 К. При выборе точек с более высокими температурами, согласно по закону Стефана-Больцмана, существенно увеличивается рассеивание энергии за счет лучистого теплового потока. Соответственно, уменьшаются естественные потери энергии, что снижает эффективность тушения. Тем не менее, скорость распространения пожара уменьшается, что способствует тушению, но с большим количеством

воды. При выборе точки в области с температурой ниже 800 К, подаваемая вода попадает впереди фронта горения, слабо застрагивая зону горения. За счет этого интенсивность подачи воды для эффективного подавления пожара также увеличивается.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ № 14-31-50104 «Исследование влияния способов подачи воды на процесс тушения слоя лесных горючих материалов в динамических условиях».

Список литературы

1. Катаева Л.Ю. Анализ динамических процессов аварийных ситуаций природного и техногенного характера: дис. ... д-ра физ.-мат. наук. – Нижний Новгород, 2009.
2. Катаева Л.Ю. Постановка и проведение вычислительного эксперимента по исследованию аэро- и гидродинамических процессов в аварийных ситуациях природного и техногенного характера: монография. – М.: РГОТУПС, 2007. – 218 с.
3. Катаева Л.Ю., Постнов А.Д., Лощилов С.А., Масленников Д.А. О влиянии водного барьера на динамику развития лесного пожара в зависимости от рельефа местности // Пожаровзрывобезопасность. – 2014. – Т. 23, № 1. – С. 30–37.
4. Катаева Л.Ю., Прокофьева М.В. Применение метода крупных частиц для численного решения задачи зажигания жидкого топлива // Современные научные исследования и инновации. – 2012. – № 6 (14). – С. 1.
5. Лощилов С.А. Исследование влияния интенсивности сброса воды на динамику лесного пожара / С.А. Лощилов, Д.А. Масленников, А.Д. Постнов, Л.Ю. Катаева // Естественные и технические науки. – № 6. – М.: ООО Изд-во «Спутник+», 2013. – С. 17–23.
6. Романов А.В., Катаева Л.Ю. Метод Патанкара и возможности его оптимизации // Наука и техника транспорта. – М.: РГОТУПС, 2008. – № 3. С.88-97.