

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ФРОНТА НИЗОВОГО ЛЕСНОГО ПОЖАРА НА МОДЕЛИ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ МЕТОДОМ ИК-ДИАГНОСТИКИ

Касымов Д.П.¹, Коробейничев О.П.²,

¹ Национальный исследовательский Томский государственный университет,
634050, Россия, Томск, пр. Ленина, 36

² Институт химической кинетики и горения им. В.В. Воеводского СО РАН,
630090, Россия, Новосибирск, ул. Институтская, 3

Лесные пожары, являясь значимым фактором, определяющим глобальные изменения в экологических системах, в большинстве происходят по вине человека. Несмотря на все принимаемые меры, природные пожары наносят огромный ущерб природе, здоровью людей, инфраструктуре и экономике. Таким образом, представляется интерес экспериментальных исследований по изучению влияния природных пожаров на города и поселки с целью уточнения существующих мер противопожарной безопасности.

В данной статье рассматривается вопрос перехода пожара на деревянные конструкции в лабораторных условиях. Задача состояла в разработке методики лабораторного изучения поля температуры на поверхности деревянных образцов при воздействии модельного низового лесного пожара методом ИК-диагностики.

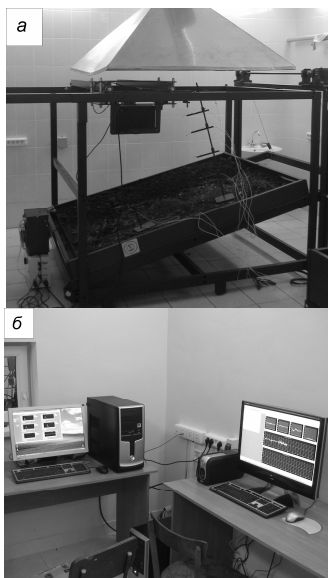


Рис. 1. Установка для физического моделирования низовых лесных и степных пожаров (а); система сбора и регистрации данных (б) [1].

Для решения поставленной задачи использовался испытательный комплекс по исследованию лесных, степных и торфяных пожаров (рис. 1), представляющий собой короб-полигон, наполненный землей и имеющий следующие размеры: длина – 2 м, ширина – 1,5 м, высота – 0,13 м. Глубина стола равна 0,13 м, что позволяет имитировать различные толщины слоя лесного либо степного горючего материала. Влияние внешней среды на процесс горения исследуемых типов пожара практически исключено за счет того, что массовая скорость генерации газообразных и дисперсных продуктов сгорания значительно меньше

скорости отвода через системы вентиляции. Также использовался тепловизор JADE J530SB с матрицей 320*240 пикселей, диапазон измеряемых температур -15...+1500 °С, автоматизированная система сбора и регистрации данных, анализатор влажности и электронные весы.

На рисунке 2 приведена схема проведения эксперимента:

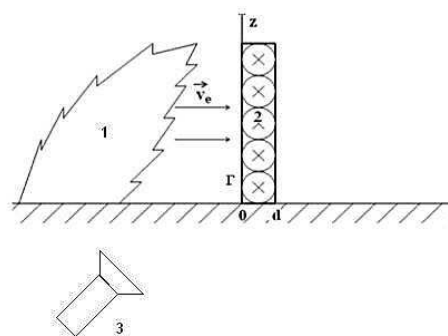


Рис. 2. Схема проведения экспериментов.

1 – фронт лесного пожара; 2 – деревянная стенка; тепловизор JADE J530SB.

Слой СГМ (степных горючих материалов) прилегал непосредственно к модельной деревянной стенке, имеющей следующие размеры: 0,25x0,2x0,015 м (высота, ширина и толщина соответственно). В данной работе использовались деревянные образцы из березы. Поджог СГМ осуществлялся с помощью спирали накаливания. Масса СГМ бралась постоянной и составляла 50 гр. Тепловизионная съемка производилась с расстояния 2 м и была направлена на установление распределения температуры на поверхности деревянных образцов при воздействии пожара. При измерениях использовали калибровки завода-изготовителя для выбранного типа объектива и фильтра. При съемке с этой дистанции с фокусным расстоянием объектива F=50 мм матрица тепловизора имела разрешение 320x240 пикселей. При такой геометрии эксперимента и выбранных оптических характеристик тепловизора (спектральный интервал 2,64-3,25 мкм) пространственное разрешение было значительно меньше 1 мм, а программное обеспечение по работе с тепловизором позволяет с точностью до 1 мм определять размеры исследуемого объекта.

Суммарные относительные погрешности определения параметров не превышали:

$$\delta m/m \cdot 100\% \leq 1,5\%;$$

$$\delta T/T \cdot 100\% \leq 4,3\%.$$

На рисунке 3 представлена термограмма воздействия низового лесного пожара на деревянную стенку из оцилиндрованного березового бруса:

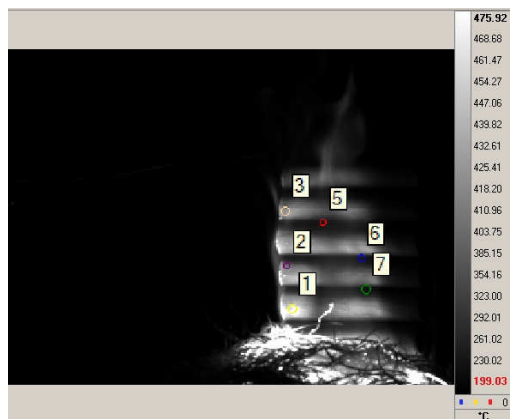


Рис. 3. Термограмма развития горения на поверхности деревянной стенки в момент времени, когда слой СГМ прогорел и наблюдалось устойчивое горение деревянного образца

Для измерения температуры на поверхности деревянного образца выбиралось несколько областей на стенке (области 1-6 на рис. 3), после чего используя программное обеспечение Altair для тепловизора, подобранный опытным путем коэффициент излучения $\varepsilon = 0.97$, были получены средняя, минимальная и максимальная температура в выбранных областях:

$$T_{mean} = 650^{\circ} K ;$$

$$T_{max} = 724^{\circ} K ;$$

$$T_{min} = 529^{\circ} K .$$



Рис. 4. Кадр тепловизионной съемки воздействия лесного пожара на плоскую деревянную стенку (спектральный интервал 2,64 – 3, 25 мкм).

На рисунке 4 представлена термограмма, снятая на тепловизор JADE J530SB в ходе лабораторных экспериментов по воздействию низового лесного пожара на модель плоской деревянной стенки. Схема проведения эксперимента оставалась такой-же как и для образцов из оцилиндрованного бруса.

Применение методов ИК-диагностики при исследовании процессов зажигания и горения таких материалов как древесина, позволяет более точно оценить характеристики как пламени от горения лесных горючих материалов, так и температурное поле на поверхности деревянных образцов при воздействии фронта низового лесного пожара.

Выводы:

1. Предложена методика лабораторного изучения поля температуры на поверхности деревянных образцов при воздействии модельного низового лесного пожара методом ИК-диагностики.

2. С помощью тепловизионной съемки в выбранных областях в спектральном диапазоне 2,64-3,25 мкм определена температура на поверхности деревянных образцов в результате воздействия фронта низового лесного пожара.

Список литературы:

1. Патент на изобретение № 237/220. Испытательный комплекс для моделирования лесных, степных и торфяных пожаров / Гришин А. М., Зима В. П., Кузнецов В.Т., Фильков А. И. 3-ка № 2008/17660 от 04.05 2008, опубл. 27.10.2009. Бюл. № 30.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 14-01-00211_а, № 14-33-50153_мол_нр).