

Национальный исследовательский
Томский государственный университет

Механико-математический факультет
Кафедра физической и вычислительной механики



Материалы

XXII Всероссийской научной конференции
с международным участием

"Сопряженные задачи механики реагирующих сред,
информатики и экологии", посвященной 100-летию
со дня рождения академика Н.Н. Яненко

12 – 14 октября 2021 г.
г. Томск

4. Tavoularis S. Measurement in Fluid Mechanics / Cambridge University Press, England, 2005.
5. Luhmann T. Close Range Photogrammetry and 3D Imaging / S. Robson, S. Kyle, J. Boehm // – 2014.
6. Laurentini A. (1994) Visual hull concept for silhouette-based image understanding. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 16, 150-162.
7. Касымов Д.П. Экспериментальная установка по генерации горящих частиц для исследования

распространения природного пожара / Д.П. Касымов, В.В. Перминов, В.В. Рейно, А.И. Фильков, Е.Л. Лобода // Известия высших учебных заведений. Физика. –2017. – Т. 60. – № 12-2. – С. 107-112.

8. Convolutional Neural Networks from the ground up [towards data science] // сост.: Escontrela A. URL: <https://towardsdatascience.com/convolutional-neural-networks-from-the-ground-up-c67bb41454e1>.

О ВЕРТИКАЛЬНОМ ГОРЕНИИ НЕКОТОРЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Д.П. Касымов^{1,2}, М.В. Агафонцев^{1,2}, А.А. Герасимова¹, В.В. Перминов¹, В.В. Рейно²,
Е. Голубничий¹, Е.Л. Лобода^{1,2}

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

² Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН
634055, Россия, г. Томск, площадь Академика Зуева, 1
E-mail: sasha.gerasimova@mail.ru

Аннотация. В работе представлены результаты экспериментального исследования процесса горения по поверхности вертикально установленного щита из строительного материала (фанера, ОСБ-плита, сэндвич-панель, пеноплекс, пенопласт) при различных условиях внешней среды. В результате использования инфракрасной камеры были получены последовательности термограмм, характеризующих тепловую картину на поверхности образца при вертикальном горении, определена скорость распространения волны горения для случая лабораторного эксперимента.

При распространении лесных низовых и верховых пожаров выделяется большое количество тепла, которое может стать причиной воспламенения стросний в населенных пунктах, расположенных близко к границе леса. В России причина увеличения числа природных пожаров с одной стороны, связана с большой протяженностью лесных насаждений и, как в следствии, повышением рисков появления пожаров, с другой, в недостаточном понимании физики природных пожаров, в частности перехода их на здания и строительные конструкции.

В литературе имеется большое количество экспериментальных работ [1-6], описывающих исследования пожарной опасности древесины, которые свидетельствуют о влиянии различных факторов на ее пожароопасные показатели (порода и разновидность древесины, условия и продолжительность эксплуатации, влажность, интенсивность пожара и т.д.).

В настоящее время при исследовании процессов горения и природных пожаров активно применяются современные методы инфракрасной (ИК)

диагностики. Разработка на основе полученных данных методики испытания древесных и синтетических строительных конструкций на огнестойкость и пожарную опасность с применением термографии даст возможность уменьшить экономическую составляющую при проведении подобных работ при одновременном повышении оперативности получения данных и разрешающей способности.

В настоящей работе представлены результаты экспериментального исследования процесса горения по поверхности вертикально установленного щита из ориентированно-стружечной плиты, фанеры, сэндвич панели, пеноплекса и пенопласта при различных условиях внешней среды.

Лабораторный эксперимент. Исследования проводились на лабораторном испытательном комплексе. Экспериментальное оборудование включало: инфракрасная камера JADE J530SB, с длиной волны 2.5–2.7 мкм, позволяющего регистрировать температуру в диапазоне 300–1500 °С; видеокамера для оценки распространения фронта горения Canon HF R88, анализатор влажности AND MX-50 (точность прибора равна 0.01 %), масса образцов контролировалась с помощью электронных весов AND HL-400 с точностью 0.1 г.

В качестве лесного горючего материала применялась хвоя сосны. В момент проведения экспериментов влажосодержание хвои составило 6%. Масса лесного горючего материала равнялась 150 г. Эксперимент проходил следующим образом (рис. 1): Подложку с ЛГМ, расположенную перед образцом строительного материала, установленного вертикально к подложке, зажигали с помощью газовой горелки. Итогом такого воздействия стало

образование фронта горения, который в свою очередь начал воздействовать на образец. Съемка поверхности образцов древесных строительных материалов, подверженных тепловому воздействию, осуществлялась с помощью тепловизора.

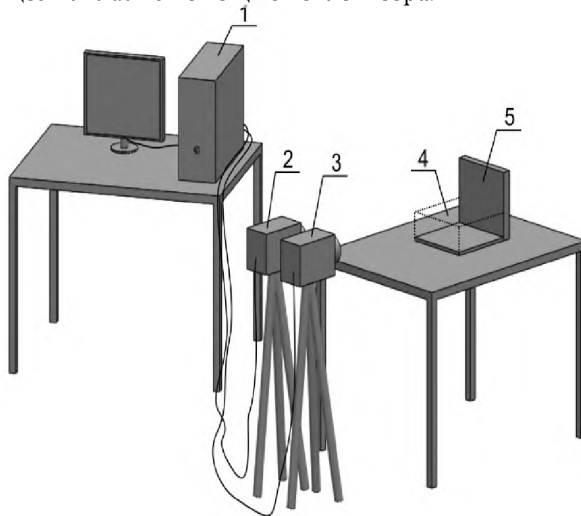


Рис. 1. Схема экспериментальной установки. 1 – ПК, 2 – видеокамера, 3 – тепловизор JADE J530SB, 4 – площадка ЛГМ, 5 – образец древесины.

Теплового воздействия от сгорания насыпки хвои сосны массой 150 г достаточно для воспламенения образца с последующим устойчивым горением.

В результате съемки на инфракрасную камеру были получены последовательности термограмм, дальнейшая обработка которых производилась и использованием программного обеспечения «Altair» а также разработанной в ходе реализации проекта программы «Tempfile-v.1». Для того чтобы получить таблицу температур, соответствующую данному образцу, был произведен экспорт значений температуры, соответствующий каждому пикселю матрицы. В дальнейшем, из нее были удалены лишние значения в соответствии с положением образца на кадре.

Бесконтактный метод ИК-диагностики позволил определить распределения температуры, а также теплонапряженные участки на поверхности исследуемых образцов, подвергаемых воздействию источника горения.

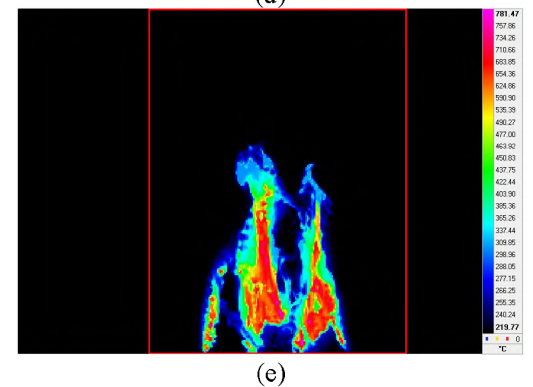
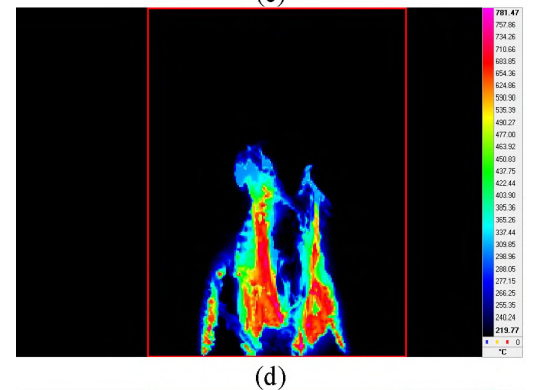
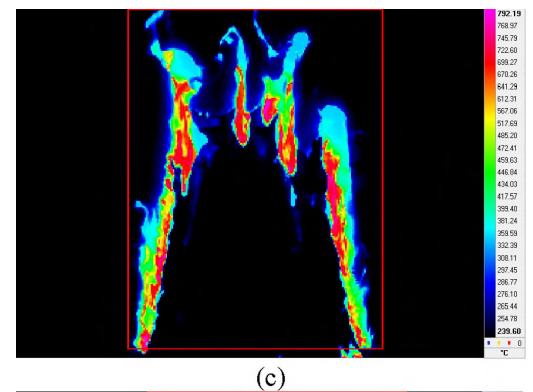
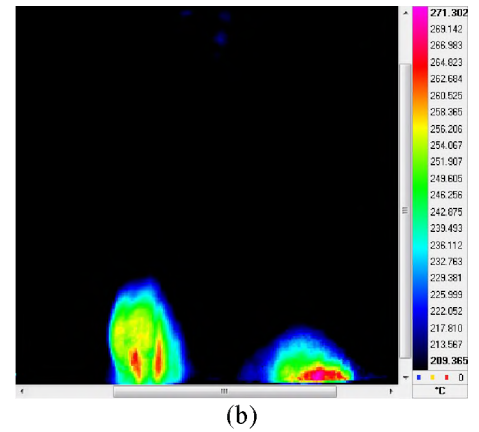
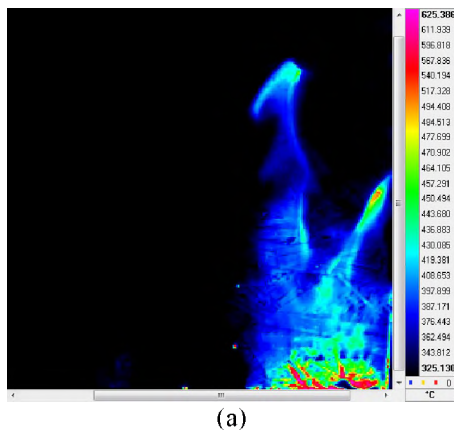


Рис. 2. График изменения скорости вертикального горения по поверхности материалов, полученный при обработке данных с инфракрасной камеры:
(а) ОСБ-плита, (б) фанера,
(с) сэндвич-панель, (д) пеноплекс, (е) пенопласт.

В таблице 1 приведены результаты, полученные при проведении экспериментального исследования

вертикального горения образцов строительного материала.

Таблица 1. Значения скорости вертикального распространения огня и максимальной температуры T_{max} на поверхности образцов строительных материалов.

№	Тип строительного материала	Скорость вертикального распространения огня	T_{max} , °C
1	Фанера	$2,194 \pm 0,992$	663
2	ОСБ-плита	$2,593 \pm 1,075$	584
3	Сэндвич панель	$2,485 \pm 0,480$	710
4	Пеноплекс	$4,135 \pm 0,681$	680
5	Пенопласт	$3,612 \pm 1,597$	640

Выводы. В результате проведения экспериментального исследования вертикального горения образцов строительных материалов было получено:

1. Распределение температуры по поверхности основных материалов, активно использующихся в строительстве и отделке.

2. При применении ИК-диагностики оценена скорость распространения вертикального фронта горения в лабораторных и естественных условиях.

3. Средняя скорость горения фанеры и ОСБ-плиты различаются незначительно. Данные материалы имеют схожий состав с точки зрения горения, так как включают в себя древесину. Скорости у них близкие, но отличаются из-за наличия разного связующего материала.

4. Пеноплекс и пенопласт имеют гораздо высокую скорость распространения фронта горения.

Литература

1. Hamins, A., Averill, J., Bryner, N., Butry, D., Gann, R., Davis, R., Madrzykowski, D., Maranghides, A., Yang, J., Bundy, M., Manzello, S., Gilman, J., Amon, F., and Mell, W. Reducing the Risk of Fire in Buildings and Communities // Proc. of the Seventh International Seminar on Fire and Explosion Hazards (ISFEH7).
2. Серков Б.Б., Сивенков А.Б., Асеева Р.М. Горение и пожарная опасность древесины // Пожаровзрывобезопасность. – 2021. – Т. 21, №1. – С. 20 – 32.
3. Шебеко Ю.Н., Гордиенко Д.М., Трунева В.А., Шебеко А.Ю., Гилетич А.Н. Особенности расчета индивидуального пожарного риска для производственных зданий химической промышленности (на примере цеха производства гранулированной серы) // Пожарная безопасность № 3. – 2012. – С. 71-76.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАЖИГАНИЯ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ДРЕВЕСИНЫ ГРУППОЙ ЧАСТИЦ

Д.П. Касымов¹, В.А. Тараканова^{1,2}, Е.Л. Лобода^{1,2}

¹Национальный исследовательский Томский государственный университет

634034, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 36

²Институт оптики атмосферы им. В. Е. Зуева СО РАН

E-mail: denkasymov@gmail.com, veronika.tarakanova@mail.ru, loboda@mail.tsu.ru

В настоящее время имеется потребность в экспериментально проверенной информации, о том, как тлеющие частицы, которые образуются во время лесного пожара, воспламеняют постройки в случае пожаров на природно-урбанизированной территории, являясь также источниками городских пожаров [1-3].

Одним из факторов, определяющих пожарную опасность древесины, является ее способность к воспламенению и распространению горения. Кроме того, древесина хорошо впитывает воду, гниет под действием высокой влажности, деформируется и растрескивается со временем от частого намокания и высыхания. Древесные плиты выгодно отличаются от натурального аналога, поскольку в их составе имеются вещества, помогающие устранить подобные недостатки или уменьшить степень их проявления.

В настоящее время при исследовании процессов горения и природных пожаров активно применяются современные методы инфракрасной (ИК)

диагностики [4-7]. Примечательно, что в литературе до сих пор отсутствуют результаты по применению бесконтактных методов при испытаниях деревянных конструкций и строительных материалов на огнестойкость [8-10]. В частности, в работе [10] представлен опыт использования бесконтактного метода измерения температуры в лабораторных и полевых огневых испытаниях строительных фрагментов и конструкций из дерева.

Были сформулированы некоторые рекомендации по использованию термографии при испытании деревянных строительных материалов на огнестойкость и пожароопасность. Но имеющиеся данные требуют дополнительных экспериментов для изучения характеристик пожарной опасности различных строительных материалов.

Таким образом, целью работы является исследование в лабораторных условиях поведения образцов древесных строительных материалов в