

– резкое увеличение температуры на потолке испытательной камеры при воспламенении бумаги;

– резкое снижение значений интенсивности рассеянного света;

– резкое увеличение коэффициента светопропускания.

В результате сравнения результатов, полученных в данной работе, с результатами работы [3], делаем следующие выводы:

– первый этап пиролиза образцов древесины также, как и образцов гладкой бумаги характеризуется нарастанием значений рассеянного излучения, удельной оптической плотности, а также угарного газа (для гладкой бумаги измерения СО не проводились);

– второй этап пламенного горения (с 8 до 10,5 минуты – для образцов из древесины, с 400 до 500 с – для образцов гладкой бумаги) характеризуется более резкими изменениями удельной оптической плотности и угарного газа, а также более

плавными изменениями скорости нарастания рассеянного излучения;

– третий этап затухания характеризуется уменьшением значений всех контролируемых параметров.

#### Литература

1. Киреев А.А., Бондаренко С.Н. Исследование повторного воспламенения древесины обработанной гелеобразующими огнетушащими составами // Проблемы пожарной безопасности.– 2009.– вып. 25.– С. 65-72.

2. Тестовый пожар на основе древесины, моделирующий условия перехода тления в пламенное горение. Антошин А.А., Никитин В.И. // материалы 11-й Международной научно-технической конференции «Приборостроение-2018», С. 497-499.

3. Зуйков И.Е., Антошин А.А., Есипович Д.Л., Олфир Г.И. Измерение характеристик воздуха в верхней зоне помещения при горении бумажной продукции// Приборы и методы измерений. – № 1. – С. 68-72.

УДК 628.74

### АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЯ ПРОПУСКАНИЯ И РАССЕЙВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЗАДЫМЛЕННОЙ СРЕДЫ МЕТОДОМ ЕВКЛИДОВЫХ РАССТОЯНИЙ

Антошин А.А., Безлюдов А.А.

*Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь*

Известно, что метод Евклидовых расстояний позволяет получить характеристические кривые для анализа потоков рассеянного излучения оптического диапазона, распространяющегося в задымленной при тлении хлопка, пиролизе древесины и поролон газовой среде помещения [1]. О применении этого метода к анализу потоков прошедшего излучения не сообщалось. В работе представлены зависимости количества повторений одинаковых Евклидовых расстояний от длины этого отрезка для наборов экспериментальных данных потоков рассеянного вперед и прошедшего излучения. Потоки рассеянного и прошедшего излучения для каждого варианта источника задымления, водяного пара и чистой среды измерялись одновременно. Однако отсутствуют данные о каком-либо анализе динамики их одновременного изменения во времени.

Анализ выполненный в данной работе предполагал, что характеристические кривые, полученные методом Евклидовых расстояний из линеаризованных оптических сигналов, представляют собой зависимости количества повторений Евклидовых расстояний одного размера от величины этого отрезка. Длина отрезка отражает скорость изменения величины потока излучения между двумя соседними моментами результатами измерения. Как видно из рисунка 1, зависимости, описывающие динамику изменения рассеянного

средой излучения, имеют выраженные максимумы. Вблизи максимумов группируется большая часть значений, формируя треугольную форму кривых. В отличие от характеристической кривой, полученной из сигнала фотодиода в условиях «чистой» газовой среды, лежащей в интервале Евклидовых расстояний от 2,1 до 2,9 (ширина 0,8), другие кривые занимают меньшие интервалы: водяной пар -0,4, тление хлопка 0,6, пиролиз древесины - 0,3. При этом интервалы пересекаются между собой, и в то же время максимумы кривых тления и водяного пара смещены от фонового (условий чистой среды) сигнала: максимум кривой водяного пара смещён в сторону меньших Евклидовых расстояний на 0,1 Евклидового расстояния, максимум кривой тления хлопка – в сторону больших Евклидовых расстояний также на 0,1. Можно заключить, что меньше всего величина регистрируемого потока рассеянного излучения претерпевала изменения в эксперименте с кипячением воды. В то же время для экспериментов с кипячением воды и тлением хлопка можно наблюдать различие в абсолютных величинах скоростей изменения параметров, это видно по сдвигу характеристических кривых друг относительно друга по оси абсцисс. Скорость изменения величины сигнала в эксперименте с тлением хлопка в данном случае выше, чем в остальных экспериментах; и это несмотря на то, что

интервал выборки из эксперимента с тлением хлопка частично включает условия отсутствия дыма в дымовом канале. Кривая, характеризующая процесс пиролиза, близка по форме и расположению с кривой, характеризующей рассеяние в условиях чистой среды. Данный факт может свидетельствовать о слабом влиянии дыма, образующегося в процессе пиролиза поролонас данной интенсивностью, на рассеяние излучения вперёд от, например, влияния дыма, образующегося в процессе тления.

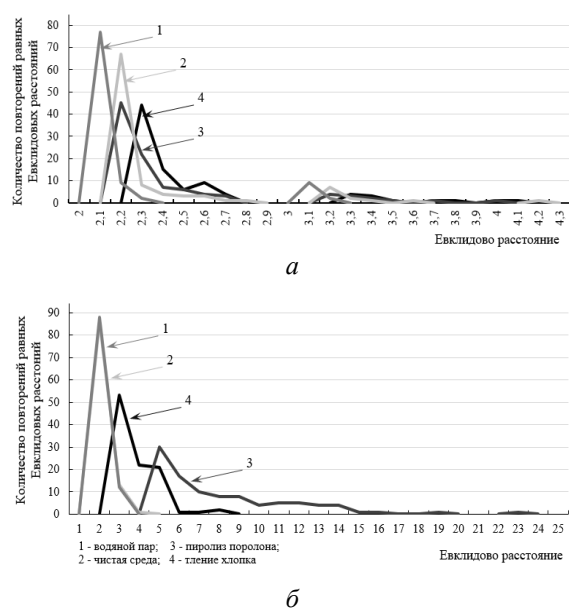


Рисунок 1 – Характеристические кривые динамики изменения потоков излучения при распространении в газовой среде

Характеристические кривые, для прошедшего излучения, занимают интервал от 1 до 25 единиц Евклидова расстояния. Явно выраженные максимумы имеют кривые водяного пара, «чистой» среды и тления хлопка. При этом характеристические кривые водяного пара и «чистой» среды практически идентичны по форме и расположению и занимают интервал от 1 до 5 единиц Евклидова расстояния. (что говорит об отсутствии влияния пара на поток прошедшего излучения). Характеристическая кривая тления хлопка расположена в интервале от 2 до 9 единиц Евклидова расстояния. Более широкий интервал отражает то, что контролируемая величина потока излучения претерпевала большие изменения в процессе эксперимента. Характеристическая кривая пиролиза поролонас расположена в интервале от 4 до 24 единиц Евклидова расстояния. Максимум кривой процесса пиролиза выражен слабее, чем для

других экспериментов. Выполненными расчётами показано, что присутствующий в дымовом канале водяной пар оказывал слабое влияние на пропускание излучения. Противоположная картина наблюдается для процесса пиролиза поролонас, существенная доля наибольших значений евклидовых расстояний среди всех кривых позволяет явно отличить процесс пиролиза от других экспериментальных данных. Это является предпосылкой к возможности распознавания более опасных в отношении скорости развития пожара, чем тление, процессов пиролиза по динамике изменения величины потока прошедшего сквозь задымленную среду электромагнитного излучения оптического диапазона.

Следует также отметить, что различие между полученными для прошедших и рассеянных потоков излучения результатами проявляется в абсолютных величинах изменений сигналов. Если, характеризующая наименьшим изменением сигнала, кривая прошедшего сквозь чистую среду излучения показывает, что скорость изменения сигнала в процессе эксперимента достигала 4 единиц евклидова расстояния, то та же характеристическая кривая чистой среды, отражающая уже наибольшие изменения сигнала для рассеянного излучения, растянута только на 2,2 единицы евклидова расстояния. То есть в процессе экспериментов наименьшие скорости изменения сигналов наблюдались для потоков рассеянного излучения, что возможно делает затруднительным практическое использование рассеянного вперёд излучения и выделение по скорости изменения его потока характеристических признаков горения из-за сложности установления критериев различия между близкорасположенными и частично перекрывающимися друг друга характеристическими кривыми.

**Выводы.** Показано, что метод Евклидовых расстояний позволяет выделить различия в динамике изменения потоков излучения, распространяющихся в газовой среде помещения, содержащей дисперсную фазу, образованную при испарении воды, тлении хлопка, пиролизе поролонас при условии анализа, рассеянного вперёд и прошедшего потоков излучения.

#### Литература

1. Антошин, А.А. Измерение интенсивности прошедшего и рассеянного вперёд оптического излучения в задымленной среде / А.А. Антошин, А.А. Безлюдов, В.И. Никитин // Актуальные проблемы пожарной безопасности : материалы XXXI Междунар. науч.-практ. конф. М.: ВНИИПО, 2019. 707 с.