

## АКУСТИЧЕСКИЙ МЕТОД ОБНАРУЖЕНИЯ ОЧАГА ПОЖАРА И ИДЕНТИФИКАЦИИ ГОРЯЩЕГО ВЕЩЕСТВА

Левтеров А.А.

Потенциальная угроза возникновения пожара требует привлечения новых, современных подходов и методов к анализу пожароопасной ситуации, позволяющих предотвратить возникновение пожара.

Для обеспечения надежности системы пожарной безопасности используются все приемлемые новые технологии, появляющиеся в любой отрасли науки и техники.

Вследствие этого, повышение достоверности раннего обнаружения очага возгорания, за счет использования новых физических явлений, как фактора, характеризующего процесс загорания, является актуальной. В современных системах раннего обнаружения эффект акустической эмиссии (АЭ) не применяется, как физическое явление, сопровождающее процесс горения. При горении в процессе окислительно-восстановительной реакции возникает спектр акустических колебаний, связанных с возникновением и разрушением на молекулярном уровне напряжений в кристаллической решетке материала. В жидкостях происходит перемещение масс реагентов и продуктов, и, как следствие образование пузырьков газа, приводящих к колебаниям окружающей среды (кавитационные явления). Для исследования явления АЭ были выбраны образцы целлюлозосодержащих материалов и легко-воспламеняемых жидкостей с каждым, из которых проведен ряд экспериментов по выявлению эффекта акустической эмиссии в процессе горения.

Для практического использования характеристик АЭ горения целлюлозосодержащих материалов и легко-воспламеняемых жидкостей при оценке возможного возгорания в помещениях, необходимо установить характерные области спектра. Пример спектрограммы АЭ горения метанола приведен на рис. 1.

Обработка полученных спектров акустических колебаний, проводилась по заранее созданному алгоритму, подробнее изложено в [1,3]. Полученные спектры были построены в единых координатах  $P_{\min} / P_a$  (относительная амплитуда сигнала) от  $f$  (частота сигнала), что дает возможность увидеть удовлетворительную сходимость пиковых амплитуд испытуемых образцов в различных диапазонах частот от 5 Гц до 25 кГц. Результаты исследований показали, что процесс горения материалов и жидкостей характеризуется наличием характерных особенностей в спектрах АЭ горения в низкочастотном диапазоне 0-200, среднем от 1000 до 6000 Гц и в высокочастотном диапазоне от 12 до 25,4 кГц.

На рис. 1 и рис. 2 показаны примеры распределения пиковых амплитуд спектров АЭ горения некоторых образцов, где видно, что при горении исследуемых материалов процесс АЭ характеризуется высокой кучностью максимальных амплитуд в указанных диапазонах частот.

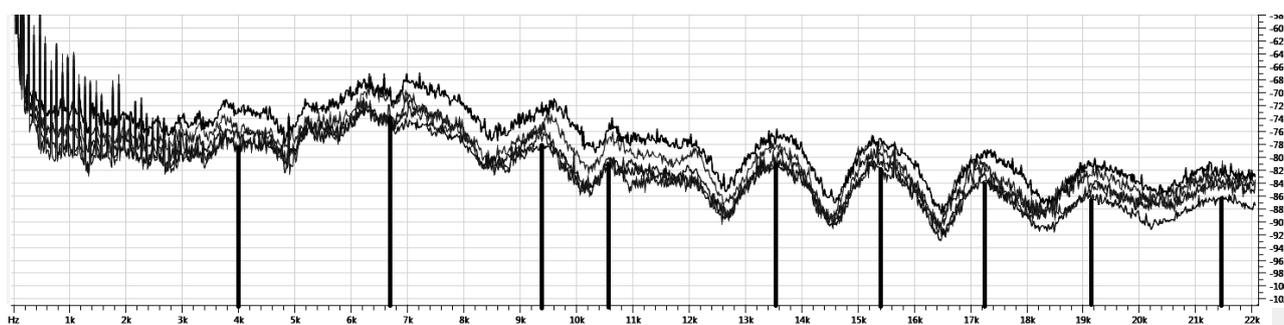


Рисунок 1 – Пример спектрограммы АЭ горения метанола. Характерные пики амплитуд

При горении как жидких так и твердых веществ, если число пиковых амплитуд на характерных частотах спектра  $K \geq 5$ , то можно с вероятностью  $P=0.95$  утверждать, что обнаружен процесс горения. При  $K \geq 7$ , также можно утверждать, что горящий материал – жидкость. Для проверки достоверности результатов, полученных при обработке спектров АЭ, а также их идентификации применим метод дробной фрактальной размерности [2].

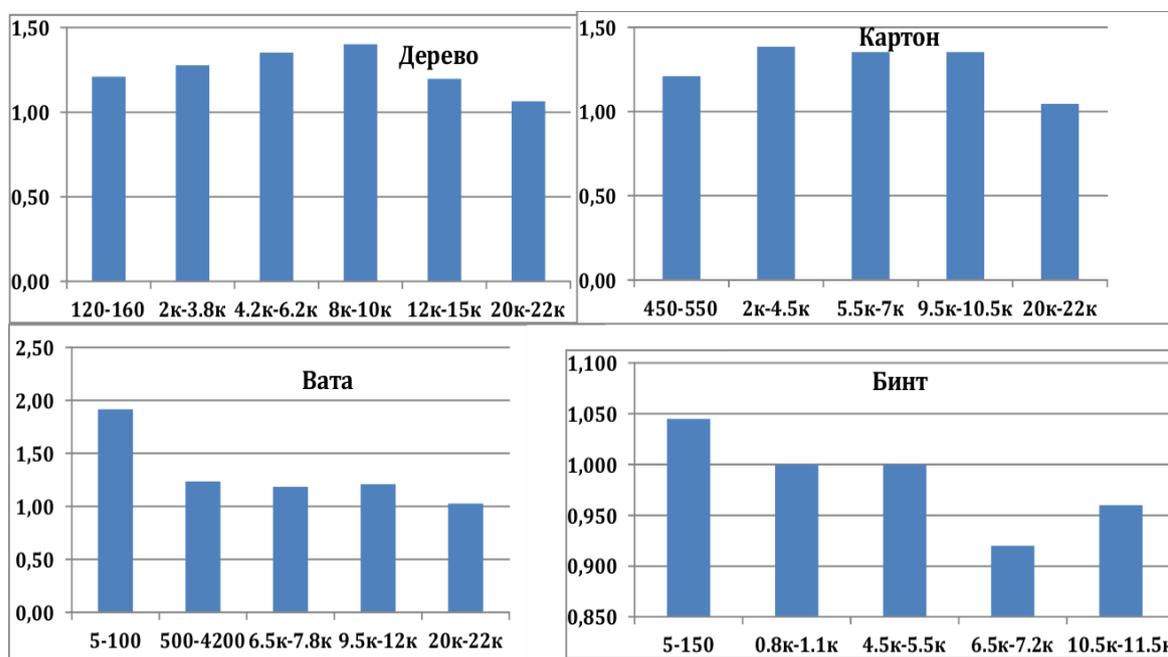


Рисунок 2. Распределение характерных относительных амплитуд спектра АЭ

Фрактальная размерность  $D=2-H$  ( $H$ -показатель Херста) временного ряда позволяет определить его свойства, связанные с хаотичностью, случайностью и регулярностью [2], что может быть использовано для идентификации сигнала АЭ. Поскольку значение  $D$  сигнала АЭ у образцов в пределах одной выборки дает схожие результаты и отличаться от значений  $D$  в выборке другого образца, то можно утверждать, что такой подход применим при идентификации процесса АЭ раннего возгорания. Стоит отметить различие в значениях фрактальной размерности для веществ в разной фазе, что дает возможность выделить две группы веществ: жидкие и твердые.

Таким образом, акустический метод, обладая рядом преимуществ (легкость регистрации в режиме реального времени, широкая область покрытия, возможность получения быстрой ответной реакции), расширяет круг известных методов раннего обнаружения очага возгорания. Также, особенности процесса АЭ горения различных целлюлозосодержащих материалов и горючих жидкостей поддаются идентификации их спектров разными методами, что указывает на высокую эффективность обнаружения и установления фактов возгорания в помещениях с большим содержанием этих материалов, а также как новый фактор для обнаружения раннего возгорания.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Левтеров А.А. Использование эффекта акустической эмиссии при раннем обнаружении возгорания целлюлозосодержащих материалов объектовой подсистемой универсальной системы мониторинга чрезвычайных ситуаций в Украине / В.Д. Калугин, В.В. Тютюник // Прикладная радиоэлектроника. – Харьков. – ХНУРЭ. – Том. 16. – №1,2. – 2017.– С. 23 – 40.
2. Федер Е. Фракталы / М.: Мир, 1991. — 258 с.
3. Левтеров А.А. Методы идентификации процесса горения целлюлозосодержащих материалов на основе эффекта акустической эмиссии. / В.Д. Калугин, В.В. Тютюник // Проблемы пожарной безопасности. – Харків: НУЦЗУ, 2017. Вип. 42. С. 72 – 84