

В.В. Белозёров, С.И. Босый, И.Е. Кальченко, А.А. Нестеров, Ю.В. Прус
(Академия Государственной противопожарной службы МЧС России;
e-mail: ntp-tsb@mail.ru)

О ТЕРМОЭЛЕКТРОАКУСТИЧЕСКОМ МЕТОДЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЖАРОВЫЗРЫВООПАСНОСТИ ТВЁРДЫХ И ЖИДКИХ ВЕЩЕСТВ И МАТЕРИАЛОВ

Аннотация. Авторами предлагается термоэлектроакустическая методология определения характеристик пожаровзрывоопасности твёрдых и жидких веществ и материалов, включая материалы с огнезащитными покрытиями, на одной автоматизированной установке вместо 22-х по ГОСТ 12.1.044.

Ключевые слова: испытание, огнезащитный, покрытие, пожарная.

V.V. Belozerov, S.I. Bosyj, I.E. Kalchenko, A.A. Nesterov, J.V. Prus

ABOUT THE THERMOELECTRO-ACOUSTIC METHOD OF DEFINITIONS OF CHARACTERISTICS OF FIRE-EXPLOSIVE DANGER OF HARD AND FLUID MATERIALS

Abstract. Authors offer the thermoelectro-acoustic methodology of definitions of characteristics of fire-explosive danger of hard and fluid materials, including materials with fireproof coverings, on one automated installation instead of 22 in accordance with GOST 12.1.044.

Key words: test, fireproof, covering, fire.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 2 октября 2010 г.

Основная **проблема пожарной безопасности** техносферы заключается в том, что существующие международные и национальные стандарты, а также методические и нормативные материалы устанавливают **качественные методы и средства определения надежности, долговечности, устойчивости, старения и горючести жидких и твердых веществ и материалов**, не позволяющие количественно оценивать опасность изделий из них и технологических процессов с их применением, что требует разработки и применения новых методов и средств диагностики и контроля.

В то же время и в производстве, и в быту не во всех случаях удается использовать пожаровзрывобезопасные материалы и изделия. Поэтому последнее время получил широкое распространение метод обработки материалов и изделий из них специальными покрытиями, обеспечивающими не только защиту от эксплуатационных воздействий (влаги, колебаний давления, температуры и т.д.), но и от огня, то есть от воздействия опасных факторов пожара (ОФП), что требует соответствующих расчетов при формировании декларации о по-

жарной безопасности в соответствии с ФЗ-123 "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности".

Однако существующие методы и средств испытаний огнезащитных покрытий (ОЗП) не унифицированы (НПБ 236-97 ОЗП для стальных конструкций; НПБ 251-98 ОЗП для древесины; НПБ 238-97 ОЗП для кабелей и т.д.), а также не дают необходимых характеристик для объективной оценки изменений пожарной опасности защищаемых материалов и изделий [1], что создает трудности в оценке пожарной опасности объектов, расчете деклараций о пожарной опасности [2].

В настоящей статье предлагается решить обозначенную выше проблему путём создания термоэлектроакустического (ТЭА) метода, базирующегося на синхронном комплексировании *четырёх физических (и четырёх вычислительных) методов термического анализа (ТА), электрометрии, метода акустической эмиссии (АЭ) и ИК Фурье-спектрометрии (ИКФС)*, реализованных в первом отечественном дериватографе "ОКТАЭДР" [3], который дополняется модифицированным тиглем-термоэлектродилатометром для исследований и испытаний жидких и вязких материалов, в том числе огнезащитными покрытиями.

Это позволит, во-первых, использовать единую методологию ГОСТ 12.1.044 для определения пожаровзрывоопасности жидких и твердых веществ и материалов, в том числе с ОЗП, во-вторых, решить проблему метрологического обеспечения (динамической калибровкой всех измерительных каналов с помощью термодинамических акустико-эмиссионных микроэталонов) не только при испытаниях твердых материалов, но их образцов с ОЗП и жидких сред, что будет применено впервые, в-третьих, позволит определять не только теплоемкость, электромагнитные параметры и остальные калорические и термические коэффициенты, но и термодинамические потенциалы и критерии подобия, которые до настоящего времени не определялись и не использовались в идентификации изменений физико-химических свойств (ФХС) самих жидких и твердых материалов и их образцов с ОЗП, включая горючесть, огнестойкость и пожаровзрывоопасность. [1, 2]

Основное назначение "ОКТАЭДРа" – применение его одного вместо 15 установок, определяющих пожаровзрывоопасность твердых материалов по ГОСТ 12.1.044, позволяющее связать получаемые параметры образцов и изделий из них (через пожаробезопасный ресурс и ФХС) с вероятностью пожара по ГОСТ 12.1.004. Оставшиеся ГОСТовские установки и методы предназначены для испытаний жидких (5) и газообразных (2) сред [4].

Таким образом, разработка ТЭА-методологии и унифицированного ТЭД-ТЖС позволит определять характеристики пожаровзрывоопасности всех твердых и жидких веществ и материалов, а также материалов с ОЗП на одной автоматизированной установке (ОКТАЭДРе) вместо 22-х по ГОСТ 12.1.044 (и существующих в НПБ по ОЗП), а также ввести новые – количественные параметры,

которые позволяют от качественных характеристик ("горит – не горит", "распространяется – не распространяется" и т.д.) пожаровзрывоопасности перейти к критериям Семенова, Зельдовича и Франк-Каменецкого, используемым в физико-химических теориях горения и взрыва, что позволит применить их в оценке пожарной опасности изделий, техпроцессов и объектов, в том числе при формировании декларации о пожарной безопасности [2].

Принципиальным при создании ТЭА-метода является регистрация при изменении температуры – T следующих коррелированных значений АЭ и параметров ОЗП: массы – m , линейного размера – ℓ , коэффициента теплопроводности – λ , плотности – ρ и температуропроводности – a [5].

Это стало возможным после окончания 1-го этапа НИОКР проекта № 5823 программы "СТАРТ", создания макета "ОКТАЭДРа" и исследования на нём образца с ОЗП, эксперимент с которым показал (рис. 1), что уже синхронизация ТГ и ДТГ с АЭ, регистрируя "вспучивание" ОЗП задолго до убыли его массы, позволяет, во-первых, диагностировать "старение ОЗП", во-вторых, получить не только время огнестойкости самого ОЗП, а и изменение механической прочности, изоляционных свойств и теплоты сгорания материала с ОЗП, то есть утверждать, что предлагаемый термоэлектроакустический метод может "заменить" все существующие [6].

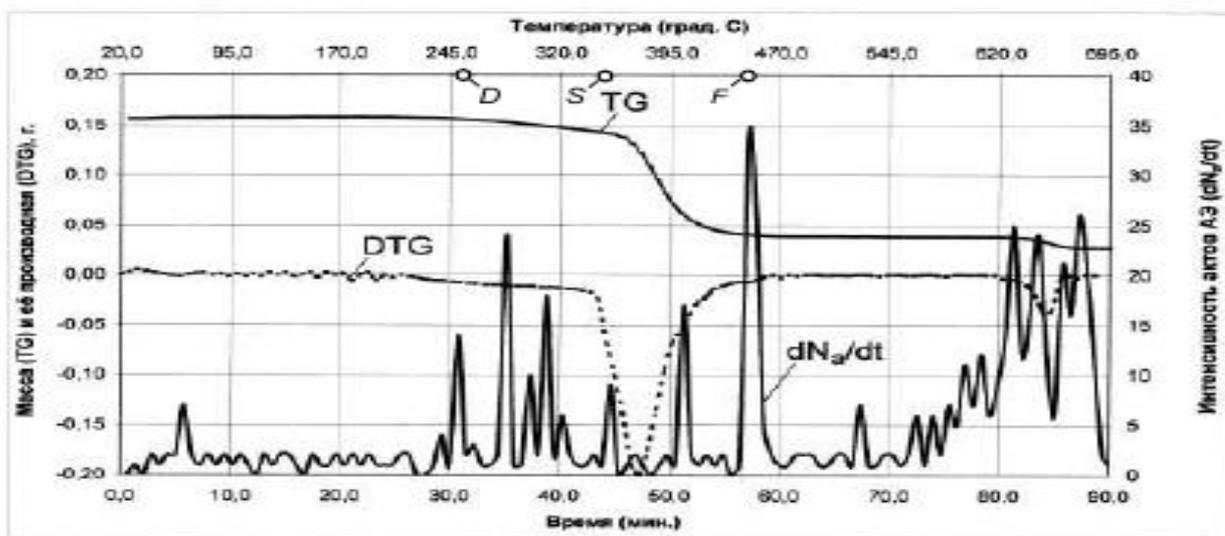


Рис. 1. Термогравиакустоэмиссия ОЗП

Указанное выше утверждение распространяется и на жидкие материалы, что подтвердили исследования 1-го этапа гранта РФФИ 09-08-00283-а, где АЭ-метод показал блестящие результаты в исследовании реакций в жидких средах [7].

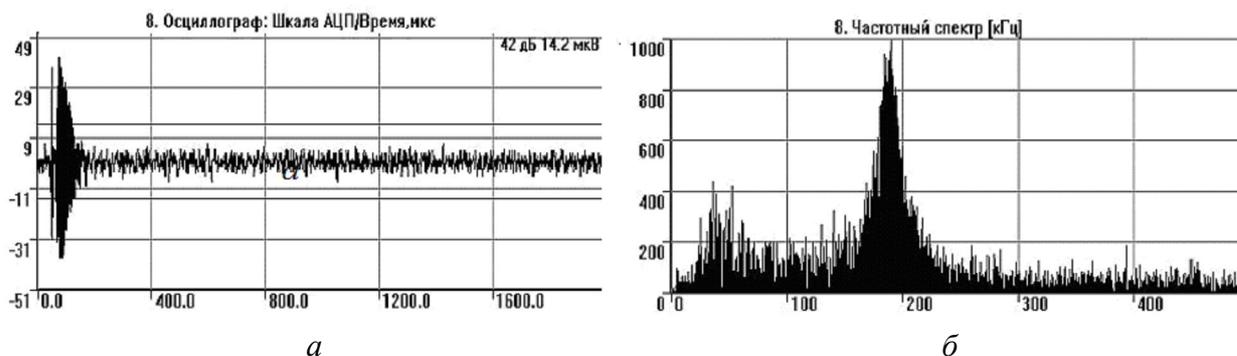


Рис. 2. Форма (а) и частотный спектр (б) импульса акустической эмиссии в процессе растворения кристалла NiSO_4 .
Время от начала процесса – 3 мин 5 с

На рис. 2, 3 и 5 приведены параметры сигналов АЭ, отражающих кинетику процесса растворения кристаллов NiSO_4 и механизма возникновения акустической эмиссии (АЭ) в процессе роста кристаллов (рис. 4). Предложено объяснение зарегистрированного излучения в рамках гипотезы биений при сложении большого количества колебаний с близкими частотами, источниками которых могут быть как супранадмолекулярные комплексы воды, так и отдельные молекулы.

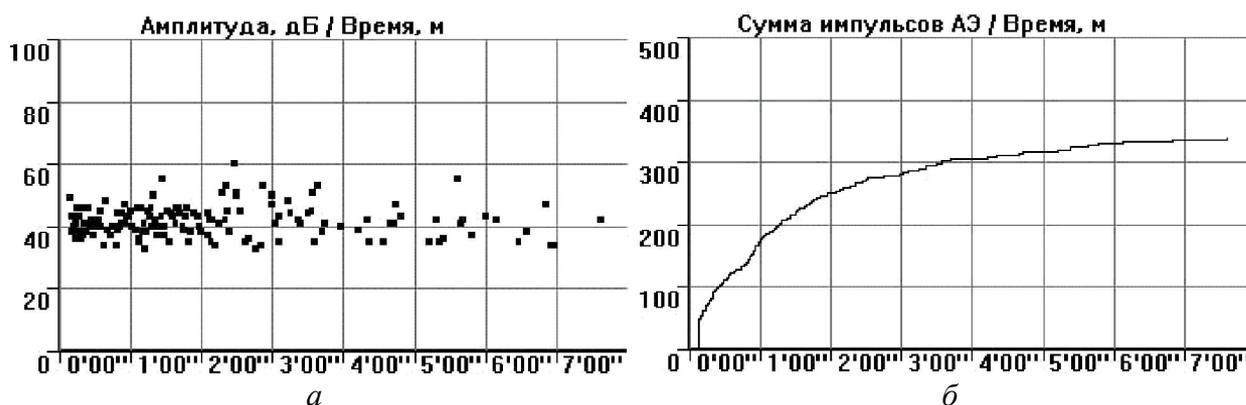


Рис. 2. Амплитуда (а) и кинетика накопления импульсов АЭ (б) в процессе растворения кристалла NiSO_4

Описанные выше эксперименты проводились в конической емкости, в нижней части которой был установлен датчик, фиксирующий сигналы АЭ. Прием и статистическая обработка сигналов АЭ производились с помощью комплекса A-Line32D фирмы Интерюнис [7].

Таким образом, доработка тигля-термоэлектродилатометра (ТЭД) для испытаний жидких и твердых сред, а также образцов материалов с ОЗП и их сравнительные испытания позволят создать ТЭА-метод испытаний жидких материалов и образцов с ОЗП, разработать модель для оценки пожарной опасности изделий с ОЗП, а также расширить область применения "ОКТАЭДРа", который, благодаря высокой степени автоматизации, будет востребован не только в испытательных центрах и НИИ, но и на материаловедческих предприятиях, в том числе в их АСУП и АСУТП.

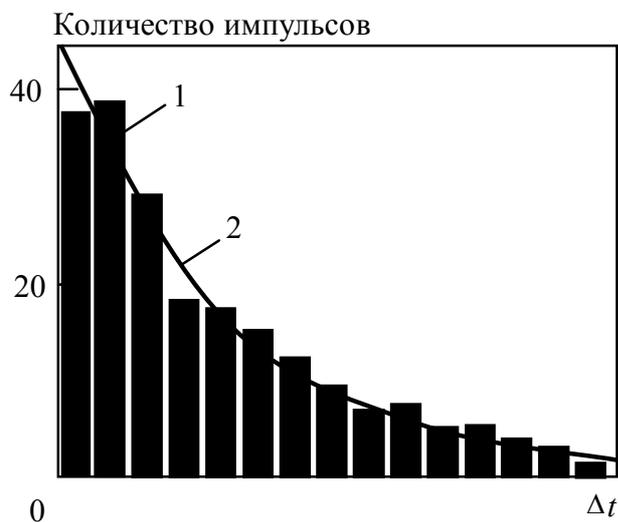


Рис. 4. Гистограмма АЭ кристаллизации льда

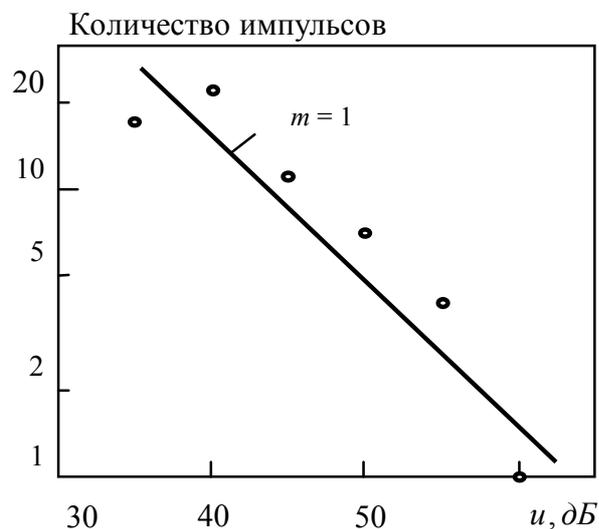


Рис. 5. Амплитудное распределение АЭ при растворении в воде NiSO_4

Литература

1. **Богуславский Е.И., Белозеров В.В., Богуславский Н.Е.** Прогнозирование, оценка и анализ пожарной безопасности. Учебное пособие. Ростов н/Д, РГСУ, 2004. 151 с.
2. **Интернет-расчёт** и приложение к ПК "Т-флекс", для формирования декларации о пожарной безопасности объекта / Белозёров В.В., Босый С.И., Тесля Э.П., Удовиченко Ю.И. // Материалы научно-методич. конф. "Современные информационные технологии в образовании: Южный федеральный округ". Ростов н/Д: ЮГИНФО, 2010. С. 52-58.
3. **ОКТАЭДР: Оптико-электронный крио-тепло-акусто-электрометрический дериватограф** / Белозёров В.В., Босый С.И., Буйло С.И., Крыжановский В.М. // Сб. тр. V Российско-японского семинара "Оборудование, технологии и аналитические системы для материаловедения, микро- и нанoeлектроники". – М.: МИСиС, 2007, т. 2. С. 860-874.
4. **ГОСТ 12.1.044 (МЭК 79-4; ИСО 1182 и др.).** Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. М: Издательство стандартов, 1990. 143 с.
5. **Белозёров В.В., Прус Ю.В Топольский Н.Г.** Диагностика параметров пожароопасности электрорадиоматериалов комплексным термоакустическим методом и проблемы её автоматизации // Сб. тр. 6 Межд. форума "Технология безопасности". М., 2001. С. 187-189.
6. **Диагностика** опасности материалов методом баротермоэлектрометрии, сопряженной с акустической эмиссией / Белозёров В.В., Босый С.И., Буйло С.И., Прус Ю.В., Удовиченко Ю.И. // "Фундаментальные исследования". – 2008. – № 2. С. 116-120.
7. **Буйло С.И., Кузнецов Д.М., Баранникова О.О.** К вопросу о механизме акустической эмиссии в процессе роста и растворении кристаллов // Труды II Международного междисциплинарного симпозиума "Плавление-кристаллизация металлов и оксидов" (МСМО-2), Сочи (Лоо). Ростов-на-Дону: СКНЦ ВШ, ЮФУ АПСН, 2009. С. 27-30.