

Разработанная теория возбуждения и распространения крутильных волн в бесконечной трубе в условиях нагружения на контактные вязкоупругие среды, учитывающая параметры возбуждения, геометрию, вязкость и упругие характеристики трубы и окружающих ее сред, численная модель и реализующий ее алгоритм могут быть положены в основу теоретического обоснования параметров контроля в части выбора частотного диапазона, оценки дальности прозвучивания и чувствительности метода при разработке методик волноводного контроля трубопроводов различных типоразмеров в различных условиях эксплуатации.

*Работа выполнена в рамках проекта № 15-19-00051 Российского научного фонда.*

Список литературы:

- [1] Муравьева О. В., Стрижак В. А., Злобин Д. В., Мурашов С. А., Пряхин А. В., Мышкин Ю. В. // *Нефтяное хозяйство*. 2016. № 9. С. 110-115.
- [2] Murav'eva O. V., Len'kov S. V., Murav'ev V. V., Myshkin Y. V., Murashov S. A. // *Russian Journal of Nondestructive Testing*. 2016. T. 52. No. 2. P. 78-84.
- [3] Murav'eva O. V., Myshkin Y. V., Len'kov S. V. // *Russian Journal of Nondestructive Testing*. 2016. T. 52. No. 9. P. 485-491.
- [4] Murav'eva O. V., Len'kov S. V., Murashov S. A. // *Acoustical Physics*. 2016. T. 62. No. 1. P. 117-124.
- [5] Murav'eva O. V., Zlobin D. V. // *Russian Journal of Nondestructive Testing*. 2016. T. 49. No. 2. P. 93-99.

## **ИЗМЕНЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНОСТИ НАНОДИСПЕРСНЫХ МЕТАЛЛОВ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ХРАНЕНИИ**

*Кырмакова Ольга Сергеевна, Назаренко Ольга Брониславовна, Сечин Александр Иванович  
Томский политехнический университет  
Сечин Александр Иванович, д.т.н.  
E-mail автора работы*

Нанодисперсные металлы представляют большой интерес для современной промышленности благодаря своим уникальным физико-химическим свойствам. При хранении нанопорошков (НП) металлов происходят изменения их свойств, в том числе показателей пожаровзрывоопасности. Производство НП металлов и область их применения быстро расширяется, в связи с чем особую актуальность приобретают исследования свойств НП металлов при старении.

Электрический взрыв проводников (ЭВП) – один из методов получения НП металлов, это неравновесный процесс, при котором материал проводника в результате протекания через него мощного импульсного электрического тока разрушается с образованием нанодисперсных порошков. Электровзрывные НП металлов непосредственно после получения способны к самовоспламенению при контакте с воздухом. Одним из способов стабилизации НП металлов является создание оксидно-гидроксидной защитной оболочки на частицах в процессе медленного напуска воздуха в разрядную камеру. Известно, что пассивированные порошки относительно устойчивы к окислению при хранении и характеризуются высокой химической активностью при нагревании.

Целью данной работы являлось изучение влияния длительного хранения в условиях окружающей среды на свойства металлических нанопорошков, полученных методом ЭВП: термической стабильности, фазового состава, скорости распространения пламени в насыпном слое порошков.

В работе исследованы НП алюминия (получены методом ЭВП в аргоне и в смеси аргона с азотом), НП железа и цинка (получены в среде аргона), а также НП меди (получены в среде аргона и углекислом газе). Все исследованные НП были получены в 2000 г. и хранились в воздухе при температуре окружающей среды. Термическую устойчивость НП металлов исследовали с помощью совмещенного термоанализатора ТГА/ДСК/ДТА SDT Q600 в режиме линейного нагрева (10 °С/мин) в атмосфере воздуха в интервале температур от 20 до 1000 °С. Фазовый состав порошков определяли с помощью рентгеновского дифрактометра «Shimadzu» XRD-7000. Размер и форму частиц анализировали с помощью сканирующего электронного микроскопа JEOL JSM-7500FA. Для записи ИК-спектров НП металлов использовали ИК-Фурье спектрометр Nicolet 5700. Оценку скорости распространения пламени в насыпном слое порошков проводили согласно ГОСТ 10433-88 «Скорость распространения пламени. Приложение 5», для чего создавали заданную конфигурацию и размеры насыпного слоя НП металлов, зажигали его и определяли скорость распространения фронта пламени. Прибор для экспериментального определения скорости распространения пламени порошков состоял из емкости длиной 250 мм треугольного сечения (высота равнобедренного треугольника 10 мм, длина основания – 20 мм), двух металлических пластинок длиной (250×16×0,5 мм), пластины из негорючего материала низкой теплопроводности с размерами 250×20×2 мм. Измерение длины зоны горения проводили с

помощью линейки измерительной, времени испытания – секундомером, класс точности 3. При проведении экспериментов наблюдали особенности во фронте пламени: фронт горения имел вытянутую форму по сечению образца, с разницей между верхом и низом. Скорость распространения пламени  $V$  (мм/с) рассчитывали по формуле:

$$V = 200/t, \quad (1)$$

где 200 – длина пути, пройденного фронтом пламени, мм;  $t$  – время, с.

Результаты термического анализа показали, что термическая устойчивость НП металлов зависит от газа-среды при получении и способа пассивирования. Наличие защитных оксидно-гидроксидных оболочек на частицах НП алюминия и железа объясняет их высокую активность при нагревании даже после длительного хранения в воздухе. В то же время, в исследуемых образцах за длительный период хранения произошли качественные изменения. Наблюдается повышение содержания окисленных фаз в порошках, особенно в НП меди, что подтверждается результатами рентгенофазового анализа и ИК-спектроскопии, причем оксидные фазы НП алюминия и железа остаются рентгеноаморфными, а НП меди содержит кристаллические фазы оксидов  $\text{CuO}$  и  $\text{Cu}_2\text{O}$ .

Проведена сравнительная оценка скорости распространения пламени в насыпном слое НП металлов после получения (2000 г.) и после длительного хранения (2016 г.). Определены значения протяженности фронта пламени и его линейной скорости. На рис. 1 представлены фотографии вида насыпного слоя НП алюминия в процессе испытания.

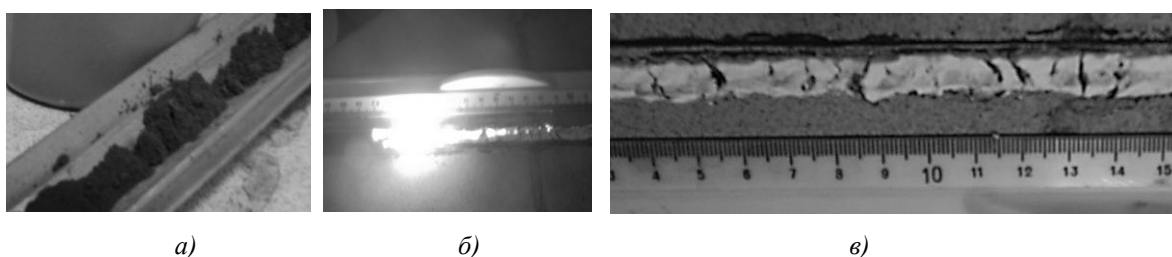


Рис. 1. Вид насыпного слоя НП алюминия (а), фронт горения (б), продукты горения (в)

Изменения качественного состава НП металлов, произошедшие в процессе их хранения, привели к уменьшению параметров скорости распространения пламени. НП меди охарактеризованы как трудногорючие.

Результаты исследований могут быть использованы при разработке элементов технологического использования наноматериалов, а также мероприятий по их тушению в случае чрезвычайных ситуаций.

## НЕИНВАЗИВНЫЕ МЕТОДЫ МЕДИЦИНСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

### АЛГОРИТМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОЦЕНОЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ПЛОДА В СИСТЕМЕ МОБИЛЬНОГО МОНИТОРИНГА

*Жданов Дмитрий Сергеевич, Костелей Яна Валерьевна, Чехоцкая Евгения Васильевна*

*ООО «Диагностика +», Томский государственный университет*

*Бурев Артем Шамильевич*

*[dim@diagnostic.tom.ru](mailto:dim@diagnostic.tom.ru)*

Коллективом авторов в рамках выполнения соглашения № 14.579.21.0019 (уникальный идентификатор проекта - RFMEFI57914X0019) на тему «Разработка устройства суточного мониторинга состояния плода и матери во время беременности посредством контроля параметров сердечно-сосудистой системы на основе акустических данных» создан программно-аппаратный комплекс, обеспечивающий неинвазивную регистрацию и анализ фонокардиограмм плода и матери. При выполнении работ был создан автономный вариант устройства, включающий в себя мобильное приложение, позволяющее осуществить расчет значимых