

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ  
РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ИНСТИТУТ СТРУКТУРНОЙ МАКРОКИНЕТИКИ И ПРОБЛЕМ  
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК (ЧЕРНОГОЛОВКА)  
ТАМБОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
(ТАМБОВ)  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ СТАЛИ И СПЛАВОВ» (МОСКВА)



**XIV ВСЕРОССИЙСКАЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ  
ШКОЛА – СЕМИНАР ПО СТРУКТУРНОЙ МАКРОКИНЕТИКЕ  
ДЛЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ  
ИМЕНИ АКАДЕМИКА А.Г. МЕРЖАНОВА**

**Программа и тезисы докладов**

**23-25 ноября 2016 г.**

**Черноголовка – 2016**



зернами алюминия модуль упругости составил от 110 до 147 ГПа, что соответствует литературным значениям модуля упругости кремния (от 100 до 140 ГПа).

В результате проведенных исследований были сделаны следующие выводы:

1. Проведено высокоточное позиционирование оси индентора с оптической осью сканирующего нанотвердомера, в результате которого установлено, что среднее отклонение по оси X составило 41,5 мкм с учетом среднеквадратичного отклонения равного  $\pm 0,8$  мкм.
2. Установлено, что оптическое изображение структуры исследуемого образца композиционного материала АК12+2,38%Cu+0,06%SiC, полученное на металлографическом микроскопе имеет сходство с картинами распределения параметра  $Z_{opt}$  – профиля поверхности, полученными на сканирующем нанотвердомере «НаноСкан-3D».
3. Обнаружены участки в образце композиционного материала АК12+2,38%Cu+0,06%SiC с модулем упругости от 380 до 410 ГПа, которые предположительно можно считать включениями карбида кремния, что дает возможность оценивать характер распределения частиц карбида кремния в структуре литого материала.

Список литературы:

1. Карабасов Ю.С. Новые материалы – М: МИСиС.-2002 – 736с.

## **STUDY COMBUSTION PARAMETERS OF PYROTECHNIC BATTERIES BASED ON MAGNESIUM AND ZINC**

*Ch. Daulbayev, T. Dmitriyev, F. Sultanov, B. Dabynov, Zh. Yelemessova young scientist, R. Abdulkarimova, Z. Mansurov*

*Republican State Enterprise on the Right of Economic Use “Institute of Combustion Problems”, Almaty, Kazakhstan, [Janer-KazNU@mail.ru](mailto:Janer-KazNU@mail.ru)*

### **Abstract**

This paper presents the results of studies of operating parameters of pyrotechnic batteries. This battery was activated by the pyrotechnic compositions contained in the electrodes. Once the ignition impulse worked, the pyrotechnic compositions took fire immediately and melted the electrolyte. Then the rest pyrotechnic compositions served as anode and cathode. The battery began to discharge. The following characteristics of pyrotechnic batteries were evaluated during the study: release time to operating regime of the electric current, the duration of the pyrotechnic batteries work and initiation temperature of pyrotechnic batteries. A detailed evaluation of the Mg/LiF/PbF<sub>2</sub> electrochemical system and Zn/LiF/PbF<sub>2</sub> one is undertaken. Test results show that the electric current value using powder of zinc and granular zinc in these experiments was

0.179 A and 0.1 A, respectively, and the operating time at these values of electric current was 40 and 151 seconds, respectively.

The studies revealed the influence of asbestos separator thickness in the pyrotechnic batteries system. It was found that by decreasing thickness of asbestos separator there is an increase in the electric current values. Obviously, this fact takes place because increased thickness of the separator prevents the free passage of charged particles produced in the course of the electrochemical reaction. During this work, the operating parameters of the pyrotechnic batteries based on magnesium with 0.8 mm thick asbestos separator were studied, such as: working electric current, voltage and durability of a single galvanic cell. It was found that the running time of pyrotechnic batteries 585 seconds with the value of the current 0.02 A.

***Key words:*** *pyrotechnic batteries, pyrotechnic material, cathode-anode cell.*

Chemical power sources are divided into primary, secondary and reserve, as well as electrochemical generators. Primary power sources (galvanic cells and batteries) allow a single use of chemical energy. Some types of electrochemical cells and batteries allow short-term re-use reagents after the recharging. Pyrotechnic batteries or electrochemical generators on the basis of pyrotechnic compositions, represent a kind of chemical power sources. Typically, pyrotechnic batteries include direct conversion of chemical energy of pyrotechnic compositions of electrode into electrical energy. The pyrotechnic compositions of anode and cathode comprise fuel, oxidant, and an electrolyte, wherein the anode further includes a pyrotechnic charge with an excess of fuel, and the cathode - with an excess of oxidant. The anode and cathode of pyrotechnic batteries cells are divided by a separator and have contact to the metal plate to connect the external electric circuit [1]. Such kind of source is capable of long time to be in standby (passive) mode and to produce electrical energy only after initiation.

Such pyrotechnic batteries are able to continuously generate an electric current in the form of short-term and long-term charge [2]. In contrast to the electrochemical cells and batteries, in pyrotechnic batteries electrolyte during storage is not electrically connected to the electrodes. Currently, pyrotechnic batteries are used in various fields of technology: as electric power supply of spacecraft, in facilities operated in cold places, hybrid automatic devices, etc. [3]. A number of advantages and opportunities cause it, such as autonomy, small and the relative ease of manufacture [2]. As an electrolyte material porous capillary membrane containing a liquid electrolyte, a mixture of dry electrolyte salts or crystalline hydrates can be used [3].

Figure 1 shows a schematic diagram of pyrotechnic batteries.

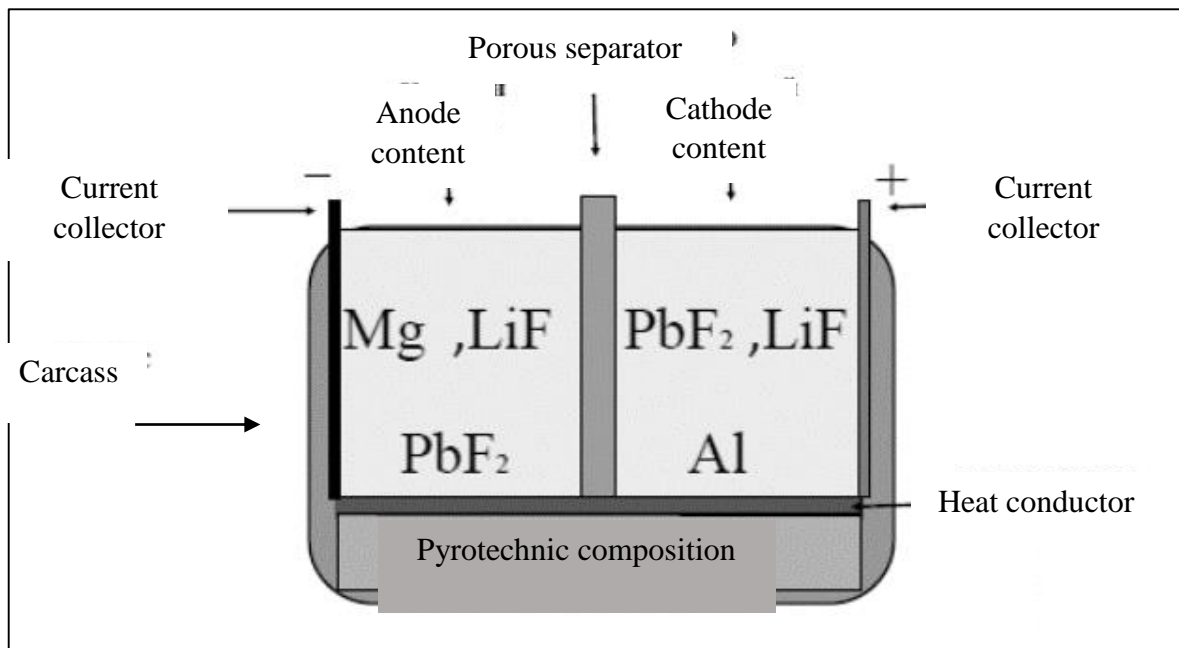


Fig.1. Principal scheme of pyrotechnic batteries.

The aim of this work is to develop a pyrotechnic battery, as well as the study of the influence of the thickness of the asbestos separator on the current-voltage characteristics of the obtained system.

Principal diagram of the setup is presented in figure 2.

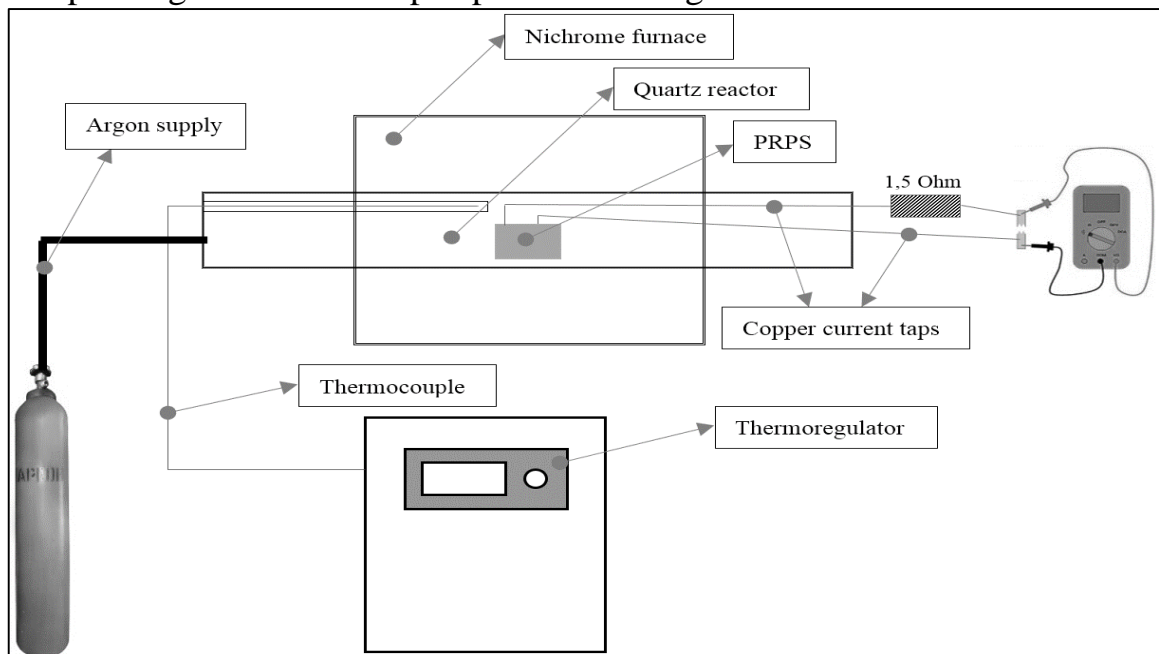


Fig.2. Principal diagram of installation.

To perform our research experimental setup was assembled, external view of it presented in figure 2. As a case for cathode-anode cell, 25 mm in diameter and 30 mm height alundum crucible was used. The separator was made of compressed asbestos sheet with the thickness of 2 and 0.8 mm. The anode comprises the following components (% mass wt.):  $\text{PbF}_2$ , Mg, LiF, and a cathode made of a composition (% mass wt.):  $\text{PbF}_2$ , Al and LiF.

Initiation of pyrotechnic composition was carried out by thermal heating in a furnace with nichrome heating element. Reaction begins at high temperature in an inert atmosphere (gas - argon). To provide an inert environment quartz reactor of 60 mm diameter and 1000 mm in length was made.

References:

1. Ronald Guidotti, F.W. Reinhardt, E.V. Thomas. Characterization of MgO powders for use in thermal batteries. Sandia Report. New Mexico, 1996. – 53.
2. LI Wei, Liu Zhan-chen, Wang Shu-jun. Experimental Analysis of a Pyrotechnic Compositions Battery. International Workshop on Information and Electronics Engineering (IWIEE), Elsevier. 2012.
3. Holubowitch N.E., Stephen E. Manek, James Landon, K. Liu. Zn-Sn Electrochemical Cells with Molten Salt Eutectic Electrolytes and Their Potential for Energy Storage Applications. - Power and Energy, ECS - The Electrochemical Society, 2014.

## **ВЛИЯНИЕ $\text{Cr}_2\text{O}_3$ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ГОРЕНИЯ КОМПОЗИТНЫХ ТВЕРДЫХ РАКЕТНЫХ ТОПЛИВ НА ОСНОВЕ AN/MGAL**

***Камунур<sup>1,2</sup> К. молодой ученый, Жандосов<sup>1,2</sup> Ж.М., Абдулкаримова<sup>1,2</sup> Р.Г., Кейщй Хори<sup>3</sup>, Мансуров<sup>1,2</sup> З.А.***

*<sup>1-</sup> Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан, [kamunur.k@mail.ru](mailto:kamunur.k@mail.ru)*

*<sup>2-</sup> Институт проблем горения, г. Алматы, Казахстан*

*<sup>3-</sup> Японское агентство аэрокосмических исследований, Сагамихара, Япония*

В работе были исследованы характеристики горения ракетных топлив на основе каталитического горения AN/MgAl с добавлением  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ . Добавление  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  улучшает воспламенение при низких давлениях. Помимо этого, добавление  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  увеличило скорость горения, использование механического сплава MgAl в качестве окислителя позволило ракетным топливам воспламеняться при низких температурах. Образцы сжигали в камере горения при давлении азота 1 МПа, 3 МПа и 5 МПа с помощью видеокамеры определяли скорость горения.

Композитное ракетное топливо – это твердое ракетное топливо с гетерогенной фазой, состоящей из синтетических и пластических связующих матриц, металлических топлив и топлив сплавов металлов, кристаллических компонентов. Композитные твердые ракетные топлива помещаются в камеру горения ракетного двигателя. Они являются движущим топливом в космической аппаратуре, тактических, стратегических и других двигателей в технической сфере. В ракетных топливах на основе AN/MgAl в качестве окислителя применяется AN, в качестве топлива механический сплав (50/50) MgAl, в