



**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»**



**5-й МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ СЕМИНАР
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
КОНСОЛИДАЦИИ МАТЕРИАЛОВ
С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ
ПОЛЕЙ**

**При поддержке Министерства Образования и Науки Российской
Федерации**

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

**Москва
29-31 августа 2016 г.**

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Е.Г. Григорьев (НИЯУ МИФИ, Москва) -- председатель
Л.Ю. Гусева (НИЯУ МИФИ, Москва) – ответственный секретарь
А.Г. Жолнин (НИЯУ МИФИ, Москва)
А.В. Юдин (НИЯУ МИФИ, Москва)
Е.В. Нефедова (НИЯУ МИФИ, Москва)
Н.А. Рубинковский (НИЯУ МИФИ, Москва)
Г.П. Терехов (НИЯУ МИФИ, Москва)

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

Е.А. Олевский (НИЯУ МИФИ, Москва, Россия, SDSU, San Diego, USA) – *председатель*
М.И. Алымов (чл.корр. РАН, ИСМАН, Черноголовка, Россия)
К.Е. Белявин (БНТУ, Минск, Беларусь)
В.А. Глушченков (СГАУ, Самара, Россия)
Е.Г. Григорьев (НИЯУ МИФИ, Москва Россия)
Д.В. Дудина (ИХТТМ, СО РАН, Новосибирск, Россия)
О.О. Кузнечик (ИПМ НАНБ, Минск, Беларусь)
Д.В. Минько (БНТУ, Минск, Беларусь)
В.А. Миронов (РТУ, Рига, Латвия)
О.Н. Сизоненко (ИИПТ НАНУ, Николаев, Украина)
В.В. Столяров (ИМАШ РАН, Москва, Россия)
Е.Л. Стрижаков (ДГТУ, Ростов-на-Дону, Россия)
О.Л. Хасанов (ТПУ, Томск, Россия)

Адрес Оргкомитета:

e-mail: eolevsky@mail.sdsu.edu, eggrigoryev@mephi.ru

static welding with the inductive dynamic drive (HVEW with IDD). The report describes features and capabilities of each technology. We made a comparative analysis of the duration of the thermal action on welded parts.

In order to improve the reliability of welded joints of rod elements of non-ferrous metals with the main part of the metal structure, it is required to reduce the width of the area of a fragile part due to local heat emission and pulse mechanical action on the mating area.

Due to super rigid modes, HVEW with IDD allows welding of dissimilar metals in combination. The formation of a welded joint in a solid phase provides a permanent connection without brittle intermetallic compounds.

Electric pulse sintering of powder materials is used by the authors for welding copper terminals of cathodic protection (CP) of steel pipelines. The conventional thermite welding technique uses an exothermal reaction of a special powder mixture. It is proposed to receive the heat generated by passing a current pulse through a homogeneous composition (for example, copper powder). In order to synchronize the thermal and power action, it is recommended to use IDD. Welding of the CP terminal is done during 200 μ s; the current amplitude value was 300 kA.

ПРЕССОВАНИЕ ПОРОШКОВЫХ КОМПОЗИЦИЙ СИСТЕМЫ AL-W-V В ДЕФОРМИРУЕМОЙ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКЕ

В.А. Глущенко¹, В.А. Миронов², И.А. Беляева¹,
А.Е. Бурмистров¹, Ю.С. Ушеренко³

¹- *Рижский технический университет, лаборатория порошковых материалов (Рига, Латвия)*

²- *Самарский государственный аэрокосмический университет, НИЛ-41 (Самара, Россия)*

³- *Белорусский государственный национальный университет (Минск, Беларусь)*

В докладе рассмотрены технологические схемы прессования порошковой композиции системы Al-W-B в алюминиевой и медной оболочках:

- методом обжима оболочки с порошком импульсным магнитным полем (динамическая нагрузка);

- методом волочения оболочки с порошком через фильеры (статическая нагрузка)

- комбинированным методом, сочетающим статическую и динамическую нагрузку. При этом, динамическая нагрузка прилагается перед волочением, в процессе волочения, или на заключительном этапе волочения (при выходе заготовки из фильеры).

Процесс волочения создает преимущественно осевую ориентацию порошка при уплотнении, а магнитно-импульсный обжим обеспечивает радиальное уплотнение. Под действием статической и динамической нагрузок изменяется напряженно-деформированное состояние материала, что приводит к изменению его структуры и способствует повышению физико-механических свойств.

Приведенные схемы опробованы в лабораторных условиях. Создана экспериментальная установка, включающая устройство для волочения трубчатой заготовки и магнитно-импульсный пресс, работающий на обжим.

Оценивались деформационные характеристики металлических оболочек, плотность порошкового материала в зависимости от параметров силового воздействия и геометрических размеров заготовок и инструмента. Заготовки после уплотнения подвергались спеканию в вакууме. Исследование морфологии образцов проводили на сканирующем электронном микроскопе высокого разрешения "Mira" фирмы "Tescan". Исследование элементного состава проводилось с помощью микрорентгеноспектрального анализатора «IN-CA 350» фирмы «Oxford Instruments»

Металлографические исследования (после спекания образцов) позволили оценить особенности уплотнения порошковой композиции при различных схемах уплотнения. Установлено, что участки расположенные ближе к внутренней поверхности оболочки имеют меньший размер частиц, но большую пористость. Повышение уровня удельной энергии динамического нагружения обеспечивает повышение плотности материала. Наибольшая плотность материала была достигнута при использовании медных оболочек после их предварительного отжига. Алюминиевые частицы и бор-

ные волокна измельчаются с увеличением энергии обжима, размер частиц вольфрама не меняется. Предложена модель поведения порошка при осуществлении гибридных и комбинированных (статико-динамических) методов прессования порошков в деформируемых оболочках.

COMPACTION OF POWDER COMPOSITIONS OF THE AL-W-B SYSTEM IN A DEFORMABLE METAL SHELL

V.A. Glushchenkov¹, V.A. Mironov², I.A. Belyaeva¹, A.E. Burmistrov¹, Ju.S. Usherenko³

¹*Samara national research University named by academician S.P. Korolyev, research Laboratory NIL-41 (Samara, Russia)*

²*Riga Technical University, Laboratory of Powder Materials (Riga, Latvia)*

³*Belorussian national technical University (Minsk, Belarus)*

The report considers technological schemes of compaction of the powder composition of the Al-W-B system in aluminum and copper shells:

- by the method of reducing the shell with the powder by the pulsed magnetic field (dynamic load);

- by the method of drawing the shell with the powder through the dies (static load);

- by the combined method combining static and dynamic loads, with the dynamic load is applied before drawing, in the process of drawing or at the final stage of drawing (when the billet comes out from the die).

The drawing process creates predominantly an axial orientation of the powder or compaction whereas pulse-magnetic reducing provides radial compaction of the powder. Under the action of static and dynamic loads the stress-strain state of the material changes which leads to a change of its structure and aids to increase in physical-mechanical properties.

The given schemes have been sampled in laboratory conditions. The experimental installation has been created which includes a device for drawing of a tubular billet and a pulse-magnetic press working on reducing.