

## Резюме проекта, выполняемого

в рамках ФЦП

### «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы»

по этапу № 2

Номер Соглашения о предоставлении субсидии: 14.583.21.0006

Тема: «Инновационные ультрамелкозернистые магниевые сплавы с повышенными усталостными, коррозионными и технологическими свойствами»

Приоритетное направление: Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика; Транспортные и космические системы; Науки о жизни; Индустрия наносистем; Рациональное природопользование; Информационно-телекоммуникационные системы

Критическая технология: Технологии получения и обработки конструкционных наноматериалов

Период выполнения: 20.11.2014 - 31.12.2015

Плановое финансирование проекта: 31.20 млн. руб.

Бюджетные средства 15.60 млн. руб.,

Внебюджетные средства 15.60 млн. руб.

Получатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Тольяттинский государственный университет"

Индустриальный партнер:

Ключевые слова: Магниевые сплавы, технологии получения, интенсивные пластические деформации, микроструктура, усталость, механизмы деформации, коррозионная стойкость, термостабильность, акустическая эмиссия

#### 1. Цель проекта

- 1) Проект направлен на решении проблемы повышения технологической деформируемости магниевых сплавов
- 2) Целью проекта является разработка научных основ и технологических подходов создания сверхлёгких высокопрочных магниевых сплавов с контролируемой ультрамелкозернистой структурой и улучшенным комплексом функциональных свойств.

#### 2. Основные результаты проекта

В лаборатории иностранного партнера получены модельные моно- и поли-кристаллы чистого магния сплавы Mg-Zn-Zr ZK60, которые были подвергнуты различным схемам термомеханической обработки. Установлено, что различные технологические схемы обработки приводят к различной микроструктуре не только по форме и размеру зерен, но и их кристаллографической ориентации, а также к изменению распределения избыточных фаз. Проведены электронно-микроскопические исследование их микроструктуры. Основные механизмы деформации магния и его сплавов - двойникование и скольжение - тесно связаны друг с другом и характер этой связи хорошо наблюдается в сигнале акустической эмиссии так, что вклад различных механизмов может быть разделен с применением оригинального алгоритма кластеризации ASK. При помощи Универсального испытательного стенда, разработанного в ТГУ и кластерного анализа потока АЭ установлена кинетика накопления двойников и отмечено хорошее совпадение полученных данных с прямыми наблюдениями при помощи видеосъемки. Построена микроструктурная модель кинетики двойникования и проведена ее экспериментальная проверка, а также предложена концептуальная модель циклического деформирования. Проведены систематические исследования малоциклового усталости магниевых сплавов с различной микроструктурой, сформированной в ходе деформационной обработки большими пластическими деформациями. Установлено, что измельчение зерна значительно улучшает пластичность и свойства малоциклового усталости выбранных сплавов, что является интересным результатом, так как в гцк и оцк металлах, как правило, наблюдается противоположная тенденция – измельчение зерна повышает прочность, но снижает пластичность и малоцикловые усталостные свойства. Установлено, что поведение сигнала АЭ надежно отражает кинетику развития основных механизмов деформации при малоциклового усталости на стадии циклического упрочнения.

- 1) Основной характеристикой получаемых научных результатов является их новизна и востребованность в научном сообществе.
- 2) Новизна результатов подтверждается публикациями в рецензированных научных журналах с высоким рейтингом и патентной работой, а востребованность отражается, например, заключением соглашения о научном сотрудничестве с Университетом Кумамото (Исследовательский Центр Магния – ведущий мировой центр ) и ТГУ (Институт Перспективных Технологий). Проведен международный научный Симпозиум в Тольятти в 2015 г, “Advanced Materials Week -20015” посвященного магниевым сплавам. В работе симпозиума приняли участие 15 иностранных ученых из Японии, Кореи, Чехии, Австралии, в том числе иностранный партнер – проф. К.С. Шин.
- 3) В соответствии с требованиями соглашения № 14.583.21.0006 от 20 ноября 2014 г. все индикаторы и показатели проекта были выполнены в полном объеме.
- 4) Сопоставляя результаты работ с аналогичными работами, определяющими мировой уровень, можно утверждать, что они находятся на уровне лучших образцов, что подтверждается публикациями в журналах с наивысшим рейтингом (International Journal of Plasticity, IF=5.890). Об уровне работ проекта так же говорят аргументы, приведенные в 2).

### **3. Охраноспособные результаты интеллектуальной деятельности (РИД), полученные в рамках прикладного научного исследования и экспериментальной разработки**

Полезная модель, заявка № 2115111379 от 30.03.2015 “Универсальный испытательный стенд”, РФ

### **4. Назначение и область применения результатов проекта**

В развитии магниевых технологий и применении соответствующих сплавов нуждаются предприятия автомобильной и авиакосмической отраслей - ключевых для Самарской области ОАО "АвтоВАЗ", ОАО "Авиакор", ОАО "Кузнецов" и ОАО "РКЦ-Прогресс", заинтересованные в снижении веса своей продукции. Большой интерес к работам по проекту проявляет Соликамской Опытно-Металлургический комбинат.

### **5. Эффекты от внедрения результатов проекта**

Основным эффектом применения магниевых сплавов в замену алюминиевых сплавов и стали является снижение веса при сохранении и даже увеличении конструкционной прочности, снижение расхода топлива и повышение экологичности транспортных систем, увеличение полезной нагрузки. Выполнение данного проекта, сфокусированного вокруг понимания природы усталостных свойств магниевых сплавов – ключевых для инженерных применений, позволит сделать важный шаг для реализации цепочки, направленной на создание новых высокотехнологичных сплавов с улучшенными характеристиками, превышающего существующий мировой уровень.

### **6. Формы и объемы коммерциализации результатов проекта**

По результатам второго этапа коммерциализация результатов не предусмотрена.

### **7. Наличие соисполнителей**

Соисполнители выполнения данного проекта не предусмотрены

федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
"Тольяттинский государственный университет"

\_\_\_\_\_  
ректор  
(должность)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
Криштал М.М.  
(фамилия, имя, отчество)

**Руководитель работ по проекту**

\_\_\_\_\_  
профессор  
(должность)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
Виноградов А.Ю.  
(фамилия, имя, отчество)

**М.П.**