

**Аннотация проекта (ПНИЭР), выполняемого в рамках ФЦП
«Исследования и разработки по приоритетным направлениям
развития научно-технологического комплекса России на 2014 -
2020 годы»**

**Номер Соглашения о предоставлении субсидии/государственного
контракта:** 14.583.21.0006

Название проекта: Инновационные ультрамелкозернистые магниевые сплавы с повышенными усталостными, коррозионными и технологическими свойствами

Основное приоритетное направление: Индустрия наносистем

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

Руководитель проекта: Виноградов Алексей Юрьевич

Должность: Зам директора

E-mail: alexei.vino@gmail.com

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

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

Основные планируемые результаты проекта

- 1) Получены образцы промышленного высокопрочного магниевого сплава ZK60 (Mg-6Zn-0.5Zr) в различном структурном состоянии после термо-механической обработки по схемам больших деформаций: равноканальное угловое прессование, всесторонняя изотермическая ковка и гибридных процессов, включающих различные схемы экструзии.
- 2) В зависимости от микроструктурных параметров исследован комплекс механических свойств в испытаниях на растяжение и усталость, а также микроструктура полученных образцов
- 3) Оригинальными методами in-situ, объединяющими преимущества методов акустической эмиссии и прямых высокоскоростных наблюдений, исследованы основные элементарные механизмы деформации сплавов – двойникование и дислокационное скольжение – в реальном времени в процессах растяжения, сжатия и циклической деформации.
- 4) Проведены систематические исследования малоциклового усталости магниевых сплавов с различной микроструктурой. Установлено, что измельчение зерна значительно улучшает пластичность и свойства малоциклового усталости выбранных сплавов, что является важным результатом, так как в металлах с другими типами кристаллической решетки

наблюдается противоположная тенденция – измельчение зерна повышает прочность, но снижает пластичность и малоцикловые усталостные свойства.

5) Построена теоретическая модель деформационного поведения и кинетики двойникования, проведена ее экспериментальная проверка, а так же предложена концептуальная модель циклического деформирования и предельной прочности на основе дислокационно-кинетического подхода

Краткая характеристика создаваемой/созданной научной (научно-технической, инновационной) продукции

- 1). Конечным продуктом, создаваемом с использованием результатов проекта, является получение магниевого сплава с повышенными усталостными, коррозионными и технологическими свойствами
- 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 -2015” по-священного 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). 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).

Назначение и область применения, эффекты от внедрения результатов проекта

- 1) 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.
- 2). 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.

Текущие результаты проекта

1). В ведущихся в настоящее время экспериментальных исследованиях установлено, что, помимо улучшения свойств малоциклового усталости, возрастает также и предел выносливости в многоцикловом режиме деформации, что является важным с практической точки зрения результатом, так как для большинства материалов свойства мало- и многоциклового усталости являются взаимоисключающими.

Важным актуальным выводом по результатам проекта является то, что измельчение структуры магниевых сплавов методами больших пластических деформаций – эффективный инструмент управления их усталостными свойствами в широких пределах, который заслуживает дальнейшего изучения как с точки зрения понимания фундаментальных механизмов усталости, так и с точки зрения технологической применимости для улучшения свойств деформируемых магниевых сплавов.