

**Мероприятие 1.3** Проведение прикладных исследований, направленных на создание опережающего научно-технологического задела для развития отраслей экономики

Соглашение о предоставлении субсидии № **14.578.21.0045**, дата подписания 16.09.2014 г.

**Тема проекта:** «Совершенствование технологии сварки трением с перемешиванием с ультразвуковым воздействием для формирования неразъемных соединений дисперсно-упрочненных алюминиевых сплавов транспортного и авиакосмического назначения»

**Наименование организации - получателя субсидии:**

Национальный исследовательский Томский политехнический университет.

**Наименование организации – индустриального партнера:**

ЗАО «Чебоксарское предприятие «Сеспель» (г. Чебоксары)

**Объем средств субсидии:** всего 45 млн. руб., в т.ч. 2014 г. – 15 млн. руб., 2015 г. – 15 млн. руб., 2016 г. – 15 млн. руб.

**Объем внебюджетных средств:** всего 30 млн. руб., в т.ч. 2014 г. – 10 млн. руб., 2015 г. – 10 млн. руб., 2016 г. – 10 млн. руб., из них средства Индустриального партнера 10 млн руб.

**Докладчик:** ответственный исполнитель работ по проекту, Колубаев Евгений Александрович, к.ф.-м.н., с.н.с., Томский политехнический университет

## **Цель проекта**

Улучшение ультразвуковым воздействием эксплуатационных характеристик неразъемных соединений алюминиевых сплавов, получаемых путем сварки трением с перемешиванием, для создания легких и надежных конструкций авиакосмического назначения

## **Перспективы коммерциализации определяются:**

1. Разработкой рекомендаций по совершенствованию технологии сварки трением с перемешиванием с ультразвуковым воздействием.
2. Разработкой стенда для экспериментальных исследований технологических режимов сварки трением с перемешиванием с ультразвуковым воздействием.
3. Имеющимся у Индустриального партнера опытом по разработке технологических процессов с использованием сварки трением с перемешиванием

## **Потенциальные потребители результата:**

- предприятия ракетно-космического комплекса,
- авиационной
- транспортной промышленности
- судостроительные компании

## Планируемые результаты проекта:

1. Промежуточные и заключительный отчеты о ПНИ.
2. Отчет о патентных исследованиях.
3. Результаты теоретического исследования влияния параметров технологических режимов сварки трением с перемешиванием с ультразвуковым воздействием на процессы интенсивного массопереноса и термомеханического воздействия в сварных соединениях.
4. Результаты компьютерного моделирования влияния структуры материала на распределение деформаций и напряжений в области сварного соединения и околошовной зоне неразъемных соединений алюминиевых сплавов, получаемых путем сварки трением с перемешиванием с ультразвуковым воздействием.
5. Результаты исследования механических и структурных характеристик лабораторных и экспериментальных образцов неразъемных соединений алюминиевых сплавов Д16, В95, В1469.
6. Стенд для экспериментальных исследований технологических режимов сварки трением с перемешиванием с ультразвуковым воздействием.
7. Технологическая инструкция получения в лабораторных условиях сваркой трением с перемешиванием с ультразвуковым воздействием экспериментальных образцов неразъемных соединений алюминиевых сплавов Д16, В95, В1469 с улучшенными эксплуатационными характеристиками.
8. Проект технического задания на проведение опытно-конструкторских работ по разработке опытного образца установки сварки трением с перемешиванием с ультразвуковым воздействием.

## Задачи, решаемые в проекте:

1. Выбор вариантов подвода ультразвукового воздействия с целью оптимального воздействия на структуру сварного соединения и получения улучшенных механических свойств сварных соединений.
2. Практическое научное (теоретическое и экспериментальное) исследование поведения алюминиевых сплавов при интенсивном термомеханическом воздействии.
3. Разработка Программы и методик исследований структурных и механических характеристик неразъемных соединений, полученных сваркой трением с перемешиванием с ультразвуковым воздействием.
4. Получение и испытания образцов неразъемных соединений, полученных сваркой трением с перемешиванием с ультразвуковым воздействием.
5. Разработка карт эскизов технологии сварки трением с перемешиванием с ультразвуковым воздействием, обеспечивающей изготовление лабораторных и экспериментальных образцов неразъемных соединений алюминиевых сплавов Д16, В95, В1469 с улучшенными эксплуатационными характеристиками.
6. Методика оптимизации параметров технологических режимов сварки трением с перемешиванием с ультразвуковым воздействием, обеспечивающих формирование неразъемных соединений ДУАС с улучшенными эксплуатационными характеристиками.
7. Обобщение и выводы по результатам ПНИ,.
8. Разработка проекта технического задания на проведение ОКР.

## **Работы, проведенные за отчетный период**

- 1) Проведен анализ современной научно-технической, нормативной, методической литературы, затрагивающей исследуемую научно-техническую проблему;
- 2) Проведен выбор и обоснование направления исследований;
- 3) Получены результаты исследования возможных решений задач ПНИ;
- 4) Проведено описание и обоснование выбора оптимального варианта решения задачи;
- 5) выполнены патентные исследования;
- 6) Проведен анализ динамики процесса сварки трением с перемешиванием с ультразвуковым воздействием в двухмерной постановке для областей моделирования различного масштаба
- 7) Проведено компьютерное моделирование влияния структуры материала на распределение деформаций и напряжений в области сварного соединения и околошовной зоне
- 8) Разработана методика и выполнены работы по подбору параметров технологических режимов сварки трением с перемешиванием с ультразвуковым воздействием;
- 9) Разработаны программы и методики исследования механических и структурных характеристик образцов неразъемных соединений;
- 10) Разработка карт эскизов технологии сварки с трением с перемешиванием с ультразвуковым воздействием для изготовления лабораторных образцов неразъемных соединений алюминиевых сплавов Д16, В95, В1469;
- 11) Изготовлены лабораторные образцы неразъемных соединений алюминиевого сплава Д16.

**Выполненные работы соответствуют ТЗ и Плану-графику выполнения ПНИ по теме «Совершенствование технологии сварки трением с перемешиванием с ультразвуковым воздействием для формирования неразъемных соединений дисперсно-упрочненных алюминиевых сплавов транспортного и авиакосмического назначения».**

**Работы выполнены в полном объеме.**

## Достигнутые результаты:

1. Теоретические исследования процесса сварки трением с перемешиванием показали, что применение ультразвукового воздействия к рабочему элементу конусовидной формы в направлении параллельной оси движения приводит к равномерному внедрению элементов противоположной пластины в околошовной зоне вдоль вертикального сечения. Это также означает повышение прочностных характеристик неразъемных соединений.
2. Компьютерное моделирование показало, что с точки зрения структурной неоднородности наименьшей прочностью обладает поликристаллическая структура в околошовной зоне СТП соединения на стороне отхода.
3. Установлено, что упорядоченная ламельная структура материала в околошовной зоне на стороне набегания обеспечивает более равномерное распределение напряжений и деформаций под нагрузкой и, соответственно, обладает более высокой прочностью, чем поликристаллическая структура в основном материале и шве.
4. Изготовлены лабораторные образцы неразъемных соединений алюминиевого сплава Д16.
5. Исследования структурных и механических характеристик лабораторных образцов неразъемных соединений показали в целом улучшение свойств материала шва за счет воздействия ультразвука.

## Индикаторы и показатели выполняемые в 2014 г.

Требования	Выполнение
<b>ИНДИКАТОРЫ</b>	
Публикации в научных журналах, индексируемых в базе данных Scopus или в базе данных "Сеть науки" (WEB of Science), ед.	
1	1
Доля исследователей в возрасте до 39 лет в общей численности исследователей - участников проекта, %	
33,2	47
Объем привлеченных внебюджетных средств, млн руб.	
10	10
<b>ПОКАЗАТЕЛИ</b>	
Средний возраст исследователей – участников проекта, лет	
47	41,5
Использование научного оборудования центров коллективного пользования, ед.	
2	2

Ultrasonic impact treatment of the welded joint of aluminum-magnesium alloy produced by friction stir welding. Kolubaev E., Kolubaev A., Sizova O., Rubtsov V., Tolmachev A., Psakhie S. // AIP Conf. Proc. – 2014 – V.1623 – pp. 271-274

## **Способы поддержки проекта Индустриальным партнером**

1. Выполнение работ по изготовлению сварочного инструмента для получения лабораторных образцов неразъемных соединений алюминиевого сплава Д16 с использованием собственной технологической базы
2. Изготовление оснастки для проведения работ по изготовлению лабораторных образцов неразъемных соединений алюминиевого сплава Д16
3. Выполнение работ по изготовлению лабораторных образцов неразъемных соединений алюминиевого сплава Д16

## **Действенность поддержки проекта Индустриальным партнером в 2014 г.**

Выполнен весь объем работ согласно Плана-графика

***Спасибо за внимание !***