

В ходе выполнения Соглашения о предоставлении субсидии от 19 июня 2014 г. № 14.604.21.0039 с Минобрнауки России по теме «Разработка методов получения высокопрочных наноструктурных титановых сплавов для изготовления ответственных элементов конструкций космических спутниковых систем» в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы» на этапе № 2 в период с 01 января 2015 г. по 30 июня 2015 г. выполнялись следующие работы:

- разработан лабораторный технологический регламент получения прутков круглого сечения титанового сплава ВТ22 с ультрамелкозернистой (нано-) структурой с использованием радиально-сдвиговой прокатки в сочетании с термической обработкой;
- изготовлены экспериментальные образцы (12 штук) титанового сплава ВТ22 с ультрамелкозернистой (нано-) структурой в виде прутков круглого сечения диаметром 22 мм и длиной не менее 500 мм;
- проведены экспериментальные исследования структуры, фазового состава и механических свойств экспериментальных образцов титанового сплава ВТ22 с ультрамелкозернистой (нано-) структурой с использованием методов оптической металлографии, просвечивающей и растровой электронной микроскопии, рентгеноструктурного анализа;
- сделана оценка технологичности выбранных режимов обработки применительно к имеющемуся технологическому оборудованию;
- приобретены материалы и комплектующие для обеспечения работ по проекту.

При этом были получены следующие результаты:

Выполнены экспериментальные исследования структуры и фазового состава прутков круглого сечения титанового сплава ВТ22 с ультрамелкозернистой (нано-) структурой, полученных по 6-ти режимам радиально-сдвиговой прокатки в сочетании с последующей термической обработкой;

Показано соответствие характеристик структуры полученных по двум режимам прутков требованиям ТЗ. Установлено, что в результате деформационно-термической обработки методом радиально-сдвиговой прокатки и последующего старения в ($\alpha+\beta$) титановом сплаве переходного класса ВТ22 может быть сформирована ультрамелкозернистая зеренно-субзернистая структура с размером элементов менее 500 нм. Показано, что трансформация от крупнозернистой к ультрамелкозернистой структуре происходит путем распада деформированной матрицы β -фазы в процессе отжига

(старения), что приводит к образованию мелкодисперсных выделений α -фазы и наноразмерных частиц метастабильной α'' -фазы.

Экспериментальные исследования механических свойств образцов (прутков) с ультрамелкозернистой (нано-) структурой, проведенные путем испытаний на растяжение показали, что в результате указанной выше деформационно-термической обработки прочностные свойства титанового сплава ВТ22 могут быть повышены более чем на 20% по сравнению с исходным состоянием: по пределу текучести до 1540 МПа, по пределу прочности до 1600 МПа (режим 6) при сохранении удовлетворительной пластичности (более 6%).

Оценки технологичности режимов деформационно-термической обработки, обеспечивающих достижение заданных требованиями п.4.1 ТЗ технических характеристик показали, что наиболее оптимальным (технологичным) является режим 6, так как он обеспечивает необходимую материалоемкость (коэффициент использования материала), а также минимальную технологическую себестоимость вследствие меньшего числа проходов при радиально-сдвиговой прокатке.

По тематике проекта принято участие в одной международной выставке.

Результаты выполненных работ свидетельствуют о соответствии запланированных в проекте исследований мировому уровню и полностью соответствуют требованиям ТЗ выполняемого проекта.

Комиссия Минобрнауки России признала обязательства по Соглашению на отчетном этапе исполненными надлежащим образом.