

Сведения о ходе выполнения проекта
«Разработка прототипов технологических решений синтеза наноструктурных лигатур и их использование для получения легких сплавов с повышенными эксплуатационными свойствами»

Руководитель работ д-р физ.-мат. наук, профессор Ворожцов А.Б.

В ходе выполнения проекта по Соглашению о предоставлении субсидии от 28 ноября 2014 года 14.578.21.0098 с Минобрнауки России в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы» на этапе № 1 в период с 28 ноября 2014 г. по 31 декабря 2014 г. выполнялись следующие работы:

1 Проведен аналитический обзор современной научно-технической, нормативной, методической литературы, затрагивающей научно-техническую проблему, исследуемую в рамках ПНИЭР, в том числе обзор научных информационных источников: статьи в ведущих зарубежных и (или) российских научных журналах, монографии и (или) патенты.

2 Проведены патентные исследования в соответствии с ГОСТ Р 15.011-96.

3 Выполнено обоснование направления исследований, осуществлен выбор оптимального варианта на основе анализа состояния исследуемой проблемы, в том числе результатов патентных исследований:

3.1 Выбраны базовые композиции лигатур с контролируемым содержанием карбидной и алмазной фазы.

3.2 Обосновано оптимальное содержания наночастиц в легких сплавах для достижения заданных физико-механических свойств.

3.3 Выбран способ получения лигатур и легких сплавов.

3.4 Проведена сравнительная оценка влияния электромагнитных, ультразвуковых полей и механического перемешивания на литейные процессы.

3.5 Разработаны базовые положения физико-математических моделей по расчету физических процессов в расплавах металлов при обработке ультразвуком.

4 Приобретено оборудование, материалы и комплектующие изделия для изготовления и испытания образцов лигатур и композитных легких сплавов.

При этом были получены следующие результаты:

В результате проведения аналитического обзора современной научно-технической, нормативной, методической литературы, затрагивающей научно-техническую проблему, установлено, что синтез лигатур содержащих неметаллические частицы и их использование в металлургии лёгких сплавов,

является актуальной задачей. Традиционно используемые технологии не позволяют добиться высоких показателей физико-механических свойств, в то время как использование лигатуры позволяет достигать необходимых характеристик. Однако в настоящее время, потенциал таких лигатур не использован в полной мере из-за особенностей физико-химического взаимодействия матрицы с частицами. Наиболее актуальным направлением исследований в данной области является синтез лигатуры содержащей тугоплавкие неметаллические частицы (оксиды, карбиды, бориды). Проведенные патентные исследования позволили определить основные пути развития способов получения лигатур и высокопрочных легких сплавов и металломатричных нанокомпозитов с повышенными эксплуатационными характеристиками. Глубина поиска по источникам патентной документации составляла 20 лет. При проведении патентного поиска было отобрано около 90 документов. По проведенным патентным исследованиям выделены основные преимущества существующих технологий и разработок в предметной области темы исследований. Результаты патентного исследования, проведенного в рамках проекта, представлены в отчете о патентном исследовании. Анализ отечественных и зарубежных источников информации показал, что направление обладает высокой патентноспособностью. Выполнен выбор направления исследований, соответствующий современным мировым тенденциям развития металлургической отрасли. Дана сравнительная оценка эффективности возможных направлений исследований. В частности, показано что, введение лигатур с фиксированным содержанием упрочняющих и модифицирующих частиц при заранее отработанной технологии обработки расплава (механической и ультразвуковой) способствует увеличению механических характеристик лёгких сплавов. Сформированы базовые композиции лигатур. Лигатуры будут получены методом горячего прессования и ударно-волнового компактирования порошковых смесей. Выбор методов получения лигатур обусловлен возможностью контролируемого синтеза карбидных фаз и получением лигатур с плотностью, близкой к теоретической. В качестве упрочняющих фаз использованы оксид алюминия (Al_2O_3), алмаз, а также карбид алюминия (Al_4C_3), синтезируемый в процессе горячего прессования порошковой смеси Al-C. Планируемое содержание частиц в лигатуре будет варьироваться от 2 до 10 мас.%, за исключением лигатуры, содержащей карбид алюминия в которой содержание карбидной фазы может достигать 50 мас.%. Обработка расплава при этом будет производиться предпочтительно ультразвуком, совместно с механическим перемешиванием.

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