

Сведения о ходе выполнения проекта
**«Разработка и совершенствование способов получения высокопрочных
легких сплавов и металломатричных нанокompозитов с повышенными
эксплуатационными характеристиками»**

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

В ходе выполнения проекта по Соглашению о предоставлении субсидии от 04 июня 2015 года 14.578.21.0025 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 № 2 в период с 01 января 2015 г. по 30 июня 2015 г. выполнялись следующие работы:

1.1 Разработка мультимасштабных, мультифизических моделей, описывающих физические явления, происходящие в процессе кристаллизации под действием внешних полей;

1.2 Разработка программы и методики исследовательских испытаний экспериментальных образцов легких металломатричных нанокompозитов и наноструктурных лигатур;

1.3 Разработка программы и методики исследовательских испытаний экспериментальных образцов легких сплавов;

1.4 Проведение маркетинговых исследований по наноразмерным модификаторам (упрочнителям), наноструктурным лигатурам;

1.5 Разработка проекта бизнес-плана;

1.6 Подготовка и запуск опытного производства наноразмерных модифицирующих и упрочняющих добавок и наноструктурных лигатур в соответствии с номенклатурой и техническими требованиями проекта, в том числе:

- разработка требований к технологическому оборудованию;
- приобретение оборудования, материалов и комплектующих изделий.

При этом были получены следующие результаты:

Разработаны модели, описывающие физические явления, происходящие в расплаве под действием внешних полей. Согласно полученным данным, процесс кристаллизации в значительной степени определяется наличием примесей (в том числе наноструктурных). Обоснован выбор технологии обработки расплавов металлов мощными ультразвуковыми воздействиями в сочетании с интенсивным механическим перемешиванием для равномерного распределения упрочняющих частиц по объему расплава, а затем и по структуре слитка. Выявлено, что ультразвуковое воздействие интенсифицирует процесс дегазации, способствует дополнительному перемешиванию, препятствует возникновению дендритной ликвации и концентрации неметаллических включений на границах зерен, что положительно влияет на формирование однородной структуры металла в процессе кристаллизации.

Проведено теоретическое описание процесса смачиваемости наночастиц расплавом металла при ультразвуковой обработке. Установлено, что под действием кавитации, создаваемой ультразвуковыми колебаниями в расплаве, происходит разрушение агломератов. Выявлено, что время пропитки агломерата пропорционально квадрату длины пор и суммарной вязкости расплава и обратно пропорционально площади сечения пор и величине давления. Установлена зависимость времени смачивания от масштабного фактора (отношение длины поры к ее радиусу).

Решены задачи математического моделирования процесса введения наночастиц в расплав металла, определены условия для создания развитой кавитации. Расчеты выявили пороговый характер влияния интенсивности ультразвукового излучения на скорость кристаллизации металла, что соответствует полученным ранее экспериментальным данным.

Разработаны программы и методики исследовательских испытаний экспериментальных образцов легких металломатричных нанокompозитов, наноструктурных лигатур и легких сплавов.

Проведены маркетинговые исследования по модификаторам и упрочнителям. Показано, что реализация настоящего проекта будет способствовать внедрению перспективных технологий обработки расплавов и производству новых легковесных материалов для транспортной промышленности. Установлен контингент основных потребителей разрабатываемой продукции, определены конкуренты и выявлены основные риски, с которыми может столкнуться бизнес и меры по их уменьшению.

Разработан проект бизнес – плана. С учетом технических решений и требований к технологическому оборудованию, разработанных в Томском государственном университете, запущено производство наноразмерных модифицирующих и упрочняющих добавок. Приобретено оборудование, материалы и комплектующие изделия.