**Информация на сайт**

В ходе выполнения проекта по Соглашению о предоставлении из федерального бюджета грантов в форме субсидий № 075-15-2022-1243 с Минобрнауки по теме: «Новые композиционные материалы и покрытия на базе фаз с многокомпонентной основой для применения в промышленности, транспортных системах и для производства броневых элементов» на этапе № 1 в период с 04.10.2022 по 31.12.2022 коллективом ЮУрГУ (НИУ) получены следующие результаты:

1. Договор между участником отбора и индустриальным партнером.

2. Результаты обзора и анализа научно-технической литературы по теме исследования.

3. Результаты патентных исследований.

4. Результаты термодинамического и кинетического моделирования фазовых равновесий для исследованных систем, включающие в себя:

4.1. результаты расчёта фазовых диаграмм исследованных систем в виде T-x-y диаграмм, а также в форме проекций их ликвидуса и солидуса;

4.2. результаты моделирования процессов неравновесной кристаллизации расплавов исследуемых систем по различным вариантам методики Шейла (включая модель Шейла-Гуливера).

5. Образцы композиционных материалов и их компонентов для первой серии исследуемых систем, полученные методом кристаллизации расплавов и методом СВС.

6. Образцы композиционных покрытий, полученные посредством лазерной наплавки.

7. Результаты экспериментальных исследований структуры, химического и фазового состава образцов, полученные методами рентгеновской дифракции, металлографического анализа, электронной микроскопии, микрорентгеноспектрального анализа и картирования.

8. Данные о критериях стабильности твёрдых растворов и включений наполнителя в исследуемых системах: результаты моделирования твердофазных процессов, протекающих при термообработке и эксплуатации разрабатываемых материалов.

9. Результаты эксплуатационных испытаний образцов инструментальной оснастки изготовленных с использованием материалов первой серии.

Параллельно приводящиеся Иностранным партнером работы позволилиполучить следующие результаты:

1. Образцы композиционных материалов относящихся к первой серии исследуемых систем методами порошковой металлургии.

2. Образцы композиционных покрытий.

3. Результаты экспериментальных исследований структуры, химического и фазового состава образцов, полученные методами рентгеновской дифракции, металлографического анализа, электронной микроскопии, микрорентгеноспектрального анализа и картирования.

4. Данные о механических характеристиках изученных образцов.

Результаты работ, полученных в ходе взаимосвязанных исследований, проведённых ЮУрГУ(НИУ) и РИИ взаимодополняют друг друга. Благодаря сотрудничеству в ходе выполненного этапа удалось охватить все технологии, которые целесообразно использовать для получения исследуемых в работе композиционных материалов и композиционных покрытий.

Таким образом в ходе реализации запланированных исследований различными методами получены и исследованы первые серии образцов композиционных материалов на основе высокоэнтропийных сплавов. Главным результатом проведённых работ стала информация о том, какие методы получения исследуемых материалов наиболее перспективны с точки зрения проведения дальнейших исследовательских работ и перспектив промышленного использования результатов проводимых работ. Показано, что с этих позиций по ряду причин наиболее предпочтительными можно считать метод получения композита из расплава, а также получения методами порошковой металлургии. Показана также перспективность использования лазерной наплавки для получения покрытий из разрабатываемых композитов. На данном этапе были получены образцы с небольшими количествами упрочняющих фаз. Их изучение позволило определить наиболее стабильные композиции, что позволит на следующих этапах переходить к работе по получению композитов с большей долей армирующих фаз.

Задачи, поставленные перед первым этапом проекта решены полностью. В части рекомендаций и предложений по использованию результатов выполненного этапа проекта следует отметить, что выполненные работы соответствуют плану и логике проводящегося проекта, и позволят уже на следующем этапе проекта осуществить такие работы как:

1. Коррекция составов исследуемых систем по результатам анализа проведенных на 1 этапе проекта экспериментальных исследований.

2. Термодинамическое и кинетическое моделирование сопровождающееся опирающейся на полученные экспериментальные результаты коррекцией модельных параметров.

3. Получение образцов (как объёмных, так и покрытий на металлических подложках) скорректированного состава для исследуемых систем из расплавов, методом СВС, а также посредством лазерной наплавки.

4. Исследование микроструктуры и фазового состава образцов скорректированного состава. Химический и структурный анализ образующихся фаз.

5. Изучение стабильности твёрдых растворов, образовавшихся в исследуемых системах скорректированного состава.

6. Изучение жаростойкости полученных образцов скорректированного состава.

7. Изготовление и эксплуатационные испытания образцов инструментальной оснастки с использованием материалов скорректированного состава.

8. Проведение дополнительных патентных исследований и оформление прав на полученные РИД.

9. Получение образцов (как объёмных, так и покрытий на металлических подложках) скорректированного состава для исследуемых систем методом порошковой металлургии.

10. Исследование структуры и фазового состава образцов скорректированного состава, полученных методами порошковой металлургии. Химический и структурный анализ образующихся фаз.

11. Исследование механических характеристик (включая твёрдость, прочность и жаропрочность, пластичность, ударная вязкость, модуль упругости, коэффициент трения) образцов скорректированного состава.

Если говорить о рекомендациях и предложениях по использованию результатов проекта в целом, стоит сказать, что разрабатываемые материалы (их часть) могут использоваться для изготовления подшипников скольжения и антифрикционных покрытий. Другие группы разрабатываемых материалов могут рассматриваться как перспективные для использования в приложениях, связанных с изготовлением компонентов реактивных и турбореактивных двигателей, а также для изготовления металлорежущего инструмента и штамповой оснастки, а также для изготовления лёгкой противопулевой или противоударной брони. Пути коммерциализации результатов проекта связаны с этими направлениями использования разрабатываемых материалов.

Заинтересованность в использовании результатов работы выразило ООО Производственно-коммерческая фирма «Аверс». Заключён договор о дальнейшем использовании результатов исследований (проекта) № 2022457.

Результаты исследования на проведённом этапе стали важным вкладом в фундаментальные основы получения композиционных материалов на базе сплавов с многокомпонентной основой.

Первый этап проекта проведен на высоком научно-техническом уровне, который полностью соответствует лучшим достижениям мировой науки в данной области.