

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Капланского Юрия Юрьевича на тему:

**«ПОЛУЧЕНИЕ УЗКОФРАКЦИОННЫХ СФЕРИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ  
ЖАРОПРОЧНЫХ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИДА НИКЕЛЯ И ИХ  
ПРИМЕНЕНИЕ В ТЕХНОЛОГИИ СЕЛЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО СПЛАВЛЕНИЯ»,**  
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности  
05.16.06 – Порошковая металлургия и функциональные покрытия

Повышение тактико-технических характеристик изделий авиационной техники и эффективности энергетических установок, в частности газотурбинных двигателей, в существенной мере связано с увеличением рабочих температур теплонагруженных элементов, деталей и узлов. Это обеспечивается созданием и внедрением новых жаропрочных сплавов с улучшенным комплексом свойств и технологий получения из них изделий. Поэтому диссертация Капланского Ю.Ю., посвященная разработке технологий получения порошков жаропрочных сплавов на основе алюминидов никеля с иерархической структурой и изделий из них, является весьма **актуальной** и своевременной.

**Научная новизна** исследования обоснована и свидетельствует о значимых теоретических результатах, полученных автором. Среди сформулированных положений научной новизны следует особо отметить установленные механизмы формирования в сплаве CompNiAl-M5-3 упрочняющих наночастиц  $\alpha$ -Cr и механизм увеличения жаропрочности (сопротивления ползучести) сплава  $\text{Ni}_{27}\text{Fe}_{26}\text{Al}_{32}\text{Cr}_{10}\text{Co}_5$  в результате ингибирования роста субзерен частицами Hf и  $\sigma$ -FeCr фазы вследствие закрепления дислокаций на их границах. Данные механизмы расширяют знания в материаловедении интерметаллидных и никелевых сплавов и могут служить основой для разработки способов повышения жаропрочности и создания новых материалов, работоспособных в экстремальных условиях эксплуатации. Формирование иерархически многоуровневой структуры с упорядоченным распределением упрочняющих дисперсных выделений/фаз в матрице и вдоль границ зерен открывает возможность получения сплавов с качественно новым уровнем эксплуатационных свойств, а также возможность управления характеристиками кратковременной и длительной прочности.

**Практическая значимость** работы также очень велика. Особый интерес представляет разработанная технология получения узкофракционных сферических порошков из жаропрочных иерархически структурированных сплавов на основе алюминидов никеля. Однородность их химического состава, высокие показатели текучести, насыпной плотности и сферичности, отсутствие сателлитов и газовой пористости, низкое содержание кислорода и азота позволяют рассматривать их в качестве перспективных материалов для получения сложнопрофильных изделий с применением передовых производственных технологий – ГИП, СЛС, СЭЛС и их комбинаций. Другой значимой прикладной задачей, решенной соискателем, является определение оптимальных технологических режимов СЛС и последующей постобработки, обеспечивающих получение сложнопрофильных изделий высокого качества, в том числе моделей роторной лопатки турбины высокого давления ГТД. Внедрение предложенных технических решений позволит реализовать промышленный потенциал интерметаллидных материалов и расширить номенклатуру жаропрочных сплавов.

Вынесенные на защиту положения аргументированы и достаточно полно отражают полученные результаты исследования.

Следует отметить scrupulousность проведенных комплексных исследований микроструктуры, химического и фазового составов, физико-химических, механических, теплофизических и эксплуатационных свойств разрабатываемых порошковых материалов и сплавов на всех стадиях



технологического передела. Следует особо выделить применение в работе большого количества стандартных и оригинальных методик, высокотехнологичного оборудования и прецизионных приборов. Безусловно, украшением работы является использование просвечивающей электронной микроскопии высокого разрешения, грамотная интерпретация результатов которой позволила установить ряд новых морфологических особенностей в исследуемых структурах и механизмов работоспособности сплавов в условиях одновременного действия нагрузок и температур. Исследование продолжает и развивает высокие традиции и новаторство научной школы профессора Е.А. Левашова.

По работе имеется следующее **замечание**. При формировании мелкозернистых и иерархически многоуровневых структур значительно увеличивается удельная поверхность зерен и разветвленность границ, что может привести к ухудшению стойкости сплавов к окислению. Однако данных о результатах сравнительных испытаний на окислительную стойкость жаропрочных сплавов на основе NiAl, созданных из разработанных порошковых материалов с применением различных технологий (литье, ГИП, СЛС), не представлено. Указанное замечание носит рекомендательный характер и ни в коей мере не снижает общего положительного впечатления от работы.

Автореферат диссертации написан высокограмотным техническим языком, достаточно хорошо проиллюстрирован графическим материалом. Результаты исследований многократно докладывались и обсуждались на отечественных и международных тематических конференциях и симпозиумах, а также были опубликованы в 22 печатных работах, из которых 7 – в научно-технических журналах, входящих в базы данных Scopus/Web of Science, 1 – патент на изобретение РФ, 1 – свидетельство «Ноу-Хау». Диссертационная работа представляет собой законченное исследование, по актуальности, научной новизне и практической ценности заслуживает высокой оценки, соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» (постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.) и заявленной специальности, а ее автор Капланский Юрий Юрьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 – Порошковая металлургия и композиционные материалы.

**Доцент кафедры «Перспективные материалы и технологии  
аэрокосмического назначения»**

**ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт  
(национальный исследовательский университет)»,**

**к.т.н., Астапов Алексей Николаевич**

**Почтовый адрес:** 125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4

**Телефон:** +7-499-158-42-64

**Адрес электронной почты:** [lexxa1985@inbox.ru](mailto:lexxa1985@inbox.ru)

**Сайт:** <http://www.mai.ru>

Подпись Астапова А.Н. удостоверяю.

**Директор дирекции института № 9 инженерной подготовки**

**ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт  
(национальный исследовательский университет)»,**

**заведующий кафедрой «Перспективные материалы и технологии  
аэрокосмического назначения»,**

**д.ф.-м.н., профессор Рабинский Лев Наумович**

« 11 » сентября 2020 г.