

## ОТЗЫВ

научного руководителя, д.т.н., доцента Серова Михаила Михайловича о диссертационной работе Ярошенко Александра Сергеевича «Волокна из кобальтовых высоколегированных сплавов, полученные методом экстракции висящей капли расплава, для применения в щеточных уплотнениях», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.5. - Порошковая металлургия и композиционные материалы

Диссертационная работа Ярошенко А.С. посвящена решению актуальной задачи, заключающейся в научно-методическом обосновании и подтверждении возможности применения волокон из кобальтовых сплавов системы Co-Cr-W-(Ni, V, Zr, Fe, Ti), полученных методом экстракции висящей капли расплава (ЭВКР), для изготовления щеточных уплотнений ГТД и ГТУ.

В качестве объекта исследования были выбраны сплавы системы Co-Cr-W-(Ni, V, Zr, Fe, Ti), из которых методом экстракции висящей капли расплава (ЭВКР) были получены волокна, для исследования возможности их применения в составе щеточных уплотнений (ЩУ) газотурбинных двигателей (ГТД) и газотурбинных установок (ГТУ).

В ходе теоретических и экспериментальных исследований соискателем проведена отработка режимов получения волокон методом ЭВКР, экспериментально установлены зависимости геометрических параметров волокон от режимов получения, позволяющие по критерию соотношения высоты и толщины волокна выбрать необходимые режимы получения волокон методом ЭВКР из кобальтовых сплавов системы Co-Cr-W-(Ni, V, Zr, Fe, Ti). Данные режимы обеспечивают получение образцов требуемой геометрии для их последующего применения в составе ЩУ (скорость подачи заготовки в зону плавления до 15 мм/мин, скорость вращения теплоприемника  $\omega = 25$  м/с).

Соискателем также проведены исследования влияния метода ЭВКР на структуру и механические свойства получаемых образцов. Показано, что в результате закалки расплава в исследуемых сплавах происходит частичная аморфизация сплава, что приводит к повышению микротвердости и снижению модуля упругости. На основании результатов дифференциального термического анализа автором установлены режимы термической обработки, обеспечивающие кристаллизацию аморфной фазы в исследуемых образцах, показана возможность получения для отдельных сплавов системы Co-Cr-W механических характеристик на уровне холодотянутых волокон сплава Haynes 25.

Автором оценены такие характеристики как жаростойкость, термостойкость волокон, разработана предварительная методика оценки эксплуатационных свойств, полученных образцов волокон для оценки возможности их применения в составе ЩУ, с использованием которой проведены сравнительные исследования полученных образцов, оценены эксплуатационные характеристики волокон из сплавов системы Co-Cr-W-(Ni, V, Zr, Fe, Ti) при высокоскоростном контактном взаимодействии. Экспериментально обоснована возможность применения в составе ЩУ волокон двух систем сплавов Co-Cr-W, дополнительно легированной Ni и Fe на рабочие температуры до 600°C, и легированной Zr, Ni, Ti на рабочие температуры до 700°C.

При выполнении диссертационной работы Ярошенко А.С. проявил себя как грамотный специалист, способный решать комплексные материаловедческие и технологические проблемы применительно к процессам получения металлических волокон методом экстракции висящей капли расплава. Соискателем получен ряд существенных результатов, научная новизна, достоверность и объективность которых не вызывает сомнения.

Результаты, полученные в ходе диссертационных исследований Ярошенко А.С., используются в учебном процессе МАИ, являясь составной частью практических и лабораторных занятий со студентами. Он активно консультирует выполнение студентами выпускных дипломных работ, участвует в научных мероприятиях различного уровня.

В целом соискателем успешно решены поставленные перед ним задачи, в полной мере реализованы планы исследований, что очевидным образом отражено в содержании автореферата и диссертационной работы.

Результаты работы достаточно полно опубликованы в 21 научных работах, из них 2 в изданиях, входящих в перечень ВАК и 1 в журналах, включенных в международные системы цитирования, доложены на 18 всероссийских и международных научных конференциях.

Считаю, что диссертация Ярошенко Александра Сергеевича выполнена на актуальную тему, представляет собой законченную работу, обладающую несомненной научной новизной, практической значимостью и внутренней целостностью, удовлетворяет требованиям ВАК, а диссертант является сложившимся научным исследователем и заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.5. - Порошковая металлургия и композиционные материалы.

Научный руководитель:

доктор технических наук, доцент, профессор кафедры 1101 «Технологии и системы автоматизированного проектирования металлургических процессов» ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (Национальный исследовательский университет)»



Серов Михаил Михайлович

09 09 2024г

121552 г. Москва, ул. Оршанская, д. 3

+7-499-141-9588

e-mail: serovrmf@yandex.ru

Подпись М.М. Серова удостоверяю:

Заместитель начальника

Управления по работе с персоналом



Иванов М.А.