

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Ярошенко Александра Сергеевича "Волокна из кобальтовых высоколегированных сплавов, полученные методом экстракции висящей капли расплава, для применения в щеточных уплотнениях", представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.5. «Порошковая металлургия и композиционные материалы».

Актуальность темы диссертации

Диссертация Ярошенко А.С. посвящена проблеме выбора и апробации материалов для щёточных уплотнений (ЩУ), применяемых в современных газотурбинных двигателях (ГТД) и установках (ГТУ), с целью повышения коэффициента полезного действия (КПД) данного типа оборудования. Т.к. основным фактором, влияющим на КПД, являются утечки рабочего газа через зазоры между статорными и роторными деталями, использование более совершенных уплотнительных материалов и покрытий позволит минимизировать такие утечки. Поэтому разработка материала ЩУ, эксплуатационные характеристики которого обеспечат требуемые параметры по минимизации утечек рабочего тела через зазоры между статорными и роторными деталями ГТД, является актуальным направлением исследований. Обычно, в зависимости от предполагаемой температуры эксплуатации проволоки для ЩУ изготавливают из нержавеющей стали, никелевых или кобальтовых сплавов. Но, в нашей стране, по сравнению с зарубежными странами, исследований, проводимых в направлении изготовления проволок для ЩУ из кобальтовых высоколегированных сплавов, относительно немного, т.к. получение микропроволоки из твердых сплавов методами волочения относительно трудоёмкая, экономически затратная и сложная задача. В диссертации Ярошенко А.С. представлены результаты по научно-методическому обоснованию и апробации возможностей применения в составе ЩУ волокон из кобальтовых высоколегированных сплавов, полученных относительно эффективным и экономически выгодным методом – экстракцией висящей капли расплава (ЭВКР) вращающимся теплоприемником. Этот факт

ещё больше усиливает актуальность диссертационной работы Ярошенко А.С., т.к. её результаты будут полезны в рамках импортозамещения зарубежных аналогичных материалов.

Научная новизна работы

Научная новизна работы Ярошенко А.С. заключается в демонстрации преимуществ получения проволок из сплавов системы Co–Cr–W методом ЭВКР по сравнению с классическими методами обработки металлов давлением, а также в установлении факта частичной аморфизации сплавов системы Co–Cr–W, дополнительно легированных Ni, Fe, V, Zr, Ti в результате высокоскоростной закалки расплава, что приводит к повышению их физико-механических характеристик.

Все это дает основание утверждать, что решение научной проблемы, сформулированной в диссертации, внесет значительный вклад в теоретические и экспериментальные разделы материаловедения и даст дальнейшее развитие высокотехнологичных отраслей.

Практическая ценность диссертации

В диссертационной работе Ярошенко А.С. продемонстрирована эффективность метода ЭВКР для получения волокон ЩУ из кобальтовых высоколегированных сплавов требуемой геометрии и комплексом эксплуатационных характеристик по сравнению с методами волочения. Показано, что главным достоинством метода ЭВКР является отсутствие необходимости множества межоперационных переделов, таких как – ступенчатый отжиг, химической травление, применение разного сортамента фильер и т.д. Кроме того, при применении метода ЭВКР отсутствует необходимость использования дорогостоящего оборудования, например, алмазных фильер. Подбор режимов и оптимизация технологии ЭВКР для получения волокон из исследуемых в работе сплавов имеет несомненную практическую значимость.

Общая характеристика работы

В диссертационной работе Ярошенко А.С. рассмотрены основные материалы применяющиеся в составе щеточных уплотнений ГТД И ГТУ, представлены характеристики зарубежных и отечественных кобальтовых сплавов применяющихся и потенциально применимых для изготовления щетинок щеточных уплотнений. Рассмотрены методы получения проволок из кобальтовых сплавов и обоснована перспективность метода ЭВКР для получения волокон из высоколегированных кобальтовых сплавов.

Автором произведена оценка влияния режимов получения волокон методом ЭВКР на геометрические параметры волокон из высоколегированных кобальтовых сплавов системы Co-Cr-W. Приведены и обоснованы оптимальные режимы получения волокон из кобальтовых высоколегированных сплавов системы Co-Cr-W, с точки зрения геометрии требующейся для применения полученных образцов в составе щеточных уплотнений.

Показано, что под действием высоких скоростей охлаждения в исследуемых сплавах происходит фиксация аморфной фазы, ухудшающей эксплуатационные характеристики (снижение нормального модуля упругости, повышение твердости). Выбраны и обоснованы режимы термической обработки, обеспечивающие кристаллизацию аморфной фазы и повышение эксплуатационных характеристик волокон из кобальтовых высоколегированных сплавов системы Co-Cr-W.

Проведены специальные испытания волокон из высоколегированных кобальтовых сплавов системы Co-Cr-W с учетом особенностей их формы, размеров и конструктивного исполнения щеточных уплотнений. Приведены результаты сравнительных испытаний волокон из сплавов В3К, В4К и В5К на жаростойкость, термостойкость и произведена оценка эксплуатационных характеристик полученных волокон при высокоскоростном контактом взаимодействии. Экспериментально обоснована возможность применения волокон из высоколегированных кобальтовых сплавов В3К и В5К, полученных методом ЭВКР, в составе щеточных уплотнений.

Достоверность полученных результатов

Достоверность результатов работы не подлежит сомнению, так как автор использовал современные методы исследования, а выводы работы внутренне не противоречивы. Используются методы металлографического, просвечивающего электронного и рентгеноструктурного анализа для выявления структуры. Кроме того, проведены измерения микротвердости и нормального модуля упругости, испытания на жаростойкость, термостойкость, осуществлена оценка триботехнических характеристик. Полученные результаты согласуются с известными данными, опубликованными другими авторами, и существующими теоретическими положениями, обосновывающими получение исследуемых в работе сплавов. Положительные результаты испытаний с надлежащей статистической обработкой и оценкой погрешностей также подтверждают достоверность результатов работы.

Соответствие автореферата диссертации

Автореферат и опубликованные работы полностью отражают содержание диссертации.

Автореферат дает правильное и всестороннее представление о проделанной работе, содержит в кратком виде необходимую информацию, характеризующую полученные результаты, основные положения и выводы диссертации.

Диссертационная работа характеризуется внутренним единством структуры, содержит 158 страниц машинописного текста, включает введение, главу, посвященную постановке задач диссертационной работы на основе литературного обзора, пять глав с изложением экспериментальных результатов диссертационной работы, основные выводы по работе, включает 32 таблицы, 53 рисунка и одно приложение. Библиография содержит 115 наименований. Выводы работы приведены и по главам диссертации.

Результаты диссертационной работы, выносимые на защиту, прошли апробацию на 13 научно-технических конференциях и семинарах,

опубликованы в 10 научных работах, в том числе в 3 статьях в ведущих рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК, из которых 1 статья опубликованы в журналах, включенных в международные системы цитирования.

Замечания по диссертационной работе

По содержанию и оформлению диссертации можно сделать следующие замечания:

1. В работе показано, что термическая обработка волокон исследуемых сплавов приводит к кристаллизации аморфной фазы, при этом для сплавов В3К и В5К период решётки α -фазы увеличивается, но для сплава В4К он уменьшается. К сожалению, отсутствует объяснение, почему это происходит.

2. С какой точностью были определены соотношения долей аморфной и кристаллических фаз? Справедливо ли оставлять два знака после запятой, например, «59,67%» и «40,33%» на странице 105 диссертации, а также в первом выводе по главе 4 (для сплава В4К). При этом для сплавов В3К и В5К доли кристаллических и аморфных фаз определены уже в виде целых чисел, например, «37%» и «63%» на странице 115 и в выводе по главе 4.

3. Из текста работы не совсем понятно проводилось ли исследование пластичности полученных волокон. Обладают ли эти волокна пластичностью помимо относительно высокого предела прочности на растяжение?

4. Рисунок 19 диссертации, не ясно, почему при увеличении скорости выше 35 м/с толщина волокон увеличивается?

5. Чем объясняются всплески на графиках, при высоких температурах нагрева, кривых ДТА (рисунки 29, 39 и 46 диссертации)?

6. В автореферате и тексте диссертации имеются некоторые неточности и опечатки (рис. 1 и 4 автореферата, рис. 27, 34, 36, 37, 41 и 45 диссертации).

Сделанные замечания не снижают общей высокой оценки диссертации.

Заключение

Приведенные замечания в целом не меняют общего положительного впечатления о представленной диссертационной работе. Тема диссертации соответствует заявленной специальности, а полученные результаты соответствуют поставленной цели и задачам работы. Диссертация выполнена на актуальную тему, обладает научной новизной, практической ценностью, является самостоятельной и законченной научно - исследовательской работой. В диссертации решена важная задача по формированию нового научного подхода, к разработке металлических волокон для щеточных уплотнений из кобальтовых высоколегированных сплавов, полученных методом экстракции висящей капли расплава, имеющая существенное значение в данном направлении материаловедения.

Диссертационная работа удовлетворяет критериям п.п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденном Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор, Ярошенко Александр Сергеевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.5. «Порошковая металлургия и композиционные материалы».

Официальный оппонент научный сотрудник Научно-исследовательского центра композиционных материалов и доцент кафедры Физического материаловедения Национального исследовательского технологического университета «МИСИС», доктор технических наук

 31.10.2024

Задорожный Владислав Юрьевич

Подпись Задорожного В.Ю. удостоверяю,

ПОДПИСЬ _____ ИСАЕВ
Проректор по общим вопросам
и общим вопросам
НИТУ МИСИС Исаев

Адрес: 119049, Москва, Ленинский проспект, д. 4
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования исследовательский технологический университет
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС».
Телефон: +7 (495) 638-44-13. Адрес электронной почты: vuz@misis.ru