



РПКБ

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

Открытое акционерное общество

**«Раменское приборостроительное конструкторское бюро»  
(ОАО «РПКБ»)**140103 Московская обл., г. Раменское, ул. Гурьева, д. 2  
E-mail: rpkb@rpkb.ru, сайт: www.rpkb.ruТел.: +7(495) 992-56-97, +7(495) 556-22-19  
Факс: +7(495) 181-57-95, +7(496) 463-19-72

№ \_\_\_\_\_

**ОТЗЫВ**на автореферат диссертации **Ромашова Антона Сергеевича**

«Влияние структурных изменений на свойства жаропрочных никелевых сплавов при дисперсном упрочнении нитридами легирующих элементов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов»

Создание перспективных авиационных двигателей невозможно без применения новых конструкционных материалов, эксплуатируемых при рабочих температурах выше 1200°C. Работоспособность деталей и узлов из жаропрочных сплавов на никелевой основе при таких температурах можно обеспечить, используя новый перспективный метод упрочнения их поверхности - упрочнение тугоплавкими частицами нитридов титана за счет высокотемпературного объемного (внутреннего) азотирования. При этом достигается значительный упрочняющий эффект, позволяющий использовать никелевые сплавы до рабочих температур – 1200 °C. Поэтому тема диссертации А.С. Ромашова является актуальной.

Научная новизна выполненной работы заключается в исследовании:

- влияния химического состава никелевых сплавов на степень азотирования;
- изменения удельной массы различных никелевых жаропрочных сплавов при температурах азотирования;
- влияние содержания алюминия в покрытиях NiCrAl на константу скорости азотирования сплава ЖС6ФНК.

Практическая значимость работы подтверждается разработкой технологии упрочнения деталей нитридами титана на сплаве ХН60ВТ (ВЖ98) с добавками кобальта и титана.



В работе использованы современные методы исследования, к которым можно отнести метод растровой электронной микроскопии, рентгенографический метод, микрорентгеноспектральный анализ, методы определения поверхностных остаточных напряжений, метод оптической металлографии. Использовалась установка электроннолучевой сварки для изучения свариваемости обработанных сплавов. Проведено исследование характеристик жаростойкости до азотирования, в азотированном состоянии, в азотированном состоянии с защитным покрытием. Выявлены изменение константы скорости азотирования и получена соответствующая эмпирическая зависимость. Установлено, что наличие алюминидного покрытия на поверхности сплавов способствует созданию повышенного градиента концентрации азота в поверхностном слое, который является движущей силой диффузионного процесса.

Для оценки влияния газовой среды на поверхность деталей использовались основные жаропрочные никелевые сплавы, которые нашли широкое практическое применение в конструкциях ГТД, а именно сплавы ЖС6У, ЖС6ФНК, ВЖЛ12У, ХН60ВТ, ЧС88У.

Автореферат Ромашова А.С. дает представление о диссертации в целом, как о качественно выполненной квалификационной научной работе. Основные выводы и рекомендации диссертации Ромашова А.С. прошли опытно-промышленную проверку в АО «НПЦ газотурбостроения «Салют». Из никелевого жаропрочного свариваемого сплава, прошедшего упрочнение нитридами легирующих элементов при высокотемпературном объемном азотировании, были изготовлены детали сопла и форсажной камеры, которые прошли стендовые испытания в составе серийного двигателя АЛ31Ф.

Полученные в диссертационной работе А.С. Ромашова практические результаты могут быть востребованы и в конструкциях перспективных двигателей.

По автореферату можно сделать следующие замечания:

1. В автореферате много внимания уделено главе 2 – методике проведения исследований. Это, в общем-то, стандартные методики.

Целесообразнее было бы подробнее остановиться на главах 6 и 7, которые могли бы дать более развернутое представление о результатах диссертационной работы.

2. Проводя сравнение металлографических структур необходимо, чтобы все фото имели одно увеличение (например, рис.18).
3. Из данных таблицы 7 не ясно, чем обусловлено снижение пластичности сварного соединения сплава № 2.

Несмотря на сделанные замечания, диссертационная работа А.С. Ромашова удовлетворяет требованиям к кандидатским диссертациям, соответствует специальности 05.16.01 «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов», а её автор **Ромашов Антон Сергеевич**, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по заявленной специальности.

Начальник НИЛ АО РПКБ,  
Доктор технических наук,  
профессор, академик АТН РФ,  
лауреат Государственной премии РФ,  
лауреат премии Правительства РФ.



А.В. Люшинский

**Люшинский Анатолий Владимирович, 1953г.р.**

Акционерное общество "Раменское приборостроительное конструкторское бюро" (АО РПКБ), начальник НИЛ, д.т.н., профессор, академик Академии Технологических наук РФ.

Адрес: 140103 Московская область, г. Раменское, ул. Гурьева д. 2.

Тел/факс: +7(496)46-3-47-52

E-mail: [rpkb@rpkb.ru](mailto:rpkb@rpkb.ru)