

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Еремкиной Марии Сергеевны** на тему «ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ДЕТАЛЕЙ АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ И ЭНЕРГОУСТАНОВОК, ПОЛУЧЕННЫХ СЕЛЕКТИВНЫМ ЛАЗЕРНЫМ СПЛАВЛЕНИЕМ», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15 – Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов.

Диссертация посвящена решению актуальной технологической проблемы – постобработке деталей, полученных селективным лазерным сплавлением (СЛС) с последующим нанесением функциональных покрытий на эти детали. Изготовление узлов двигателя внутреннего сгорания (ДВС) и электронных устройств (ЭУ) посредством СЛС взамен литья существенно снижает трудоемкость их изготовления, но требует постобработки. Исследования выполняли на образцах сплава AlSi10Mg, изготовленных методом СЛС и содержащих на поверхности частицы порошка. Поверхность была подвергнута первичной трех ступенчатой постобработке путем травления в 10% растворе едкого натра продолжительностью менее 60 с, затем осветления в 30% азотной кислоте в течении 5 – 10 с и матирования с целью создания равномерной поверхности. После последних двух операций изменения шероховатости и структуры поверхности не наблюдали.

Повышение качества и служебных характеристик напечатанных деталей достигали методами химического никелирования и микродугового оксидирования (МДО). Для нанесения NiP-покрытия применен электролит следующего состава: хлористого никеля 46 г/л, гипофосфита натрия 20г/л, хлористого аммония 50г/л, лимоннокислого натрия 46 г/л при pH 8,0-9,0 и температуре 78-88 °С. Длительность процесса составляла 60 - 90 мин. С целью растворения грубых частиц кремния выполнено дополнительное осветление. Трибологические испытания образцов показали, что наличие покрытия в 3-4 раза снижает износ в сравнении с образцами без покрытия.

Процесс МДО осуществлялся в силикатнофосфатном электролите, имеющим состав: NaOH 3 г/л, жидкое стекло 10 г/л и NaP₂O₇ 10 г/л. Время оксидирования составило 120 мин. Микротвердость полученных МДО покрытий в данном электролите составила 686 кгс/мм², средняя толщина покрытия составила 130 мкм. Исследовано также влияния добавок нанодисперсного порошка SiO₂ 4 г/л с размером частиц 20-30 нм на структуру и свойства МДО покрытия. Модифицирование электролита нанодисперсным порошком диоксида кремния приводит к увеличению скорости роста МДО покрытия.

Испытания на коррозионную стойкость методом капли полученных покрытий показали, что все образцы имеют высокую стойкость к коррозии. Трибологические испытания МДО покрытий при фреттинг-изнашивании проводили на воздухе при амплитуде 100 мкм, нагрузке от 1 Н до 15 Н в течение 10000 циклов. В качестве контртела использовали шарик из стали ШХ-15.

Основными научными результатами работы являются:

- установлен режим нанесения NiP-покрытия толщиной до 15 мкм на внутреннюю активированную поверхность образцов из сплава AlSi10Mg, полученных методом СЛС, обеспечивающих снижение коэффициента трения и износа;
- установлен режим формирования МДО-покрытия (плотность тока 25 А/дм², время осаждения 120 мин) на сплаве AlSi10Mg в силикатно-фосфатном электролите со средней

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ

«20» 12 2024 г.

толщиной покрытия 130 мкм, повышающий химическую стабильность и коррозионную стойкость покрытия;

- разработана комплексная методика постобработки деталей ДЛА и ЭУ, полученных методами СЛС из сплава AlSi10Mg.


По автореферату диссертации имеются замечания:

1. Отсутствуют модели и типы экспериментального оборудования
2. Математическая модель полного факторного эксперимента не приведена.
3. Из методов постобработки рассмотрен только химический.

Однако отмеченные замечания не значительно влияют на общий научно-экспериментальный уровень работы Еремкиной М.С. и важность полученных в ней методических результатов.

Считаю, что диссертационная работа по научно-методическому уровню и практической значимости отвечает требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а её автор Еремкина Мария Сергеевна заслуживает присуждения ей учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15 – Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов.

к.т.н., старший научный сотрудник
ФАУ ЦИАМ им. П.И. Баранова


Исаков Владимир Владимирович
18.12.2024

Подпись Исакова В.В. заверяю:
Заместитель генерального директора по науке
ФАУ «ЦИАМ им. П.И. Баранова»
доктор технических наук



Луковников Александр Валерьевич

Федеральное автономное учреждение
«Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова»
111116 г. Москва, ул. Авиамоторная, 2. Тел (485) 362-40-25

vvisakov@ciam.ru

www.ciam.ru

Я, Исаков Владимир Владимирович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Еремкиной Марии Сергеевны на тему «ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ДЕТАЛЕЙ АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ И ЭНЕРГОУСТАНОВОК, ПОЛУЧЕННЫХ СЕЛЕКТИВНЫМ ЛАЗЕРНЫМ СПЛАВЛЕНИЕМ».