



Акционерное общество  
«Научно-производственное объединение  
«СПЛАВ»

АО «НПО «СПЛАВ»

Щегловская засека, 33, г. Тула, 300004, Россия  
Телефон – (4872) 46-48-00, (4872) 46-45-86  
Телеграфный – 253183 «Лес», Телекс - 753141  
Факс - (4872) 46-44-00, 46-45-00

E-mail: mail@splav.org

ОГРН 1127154020311, ИНН 7105515987

« 11 » 05 2017 года № 4856/6501

На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_  
Вх № \_\_\_\_\_

### Об отзыве на автореферат

**Уважаемая Наталья Михайловна!**

Направляю Вам отзыв на автореферат диссертации Полунина А.В. «Влияние наночастиц SiO<sub>2</sub> на структуру, состав и свойства оксидных слоев, формируемых микродуговым оксидированием силуминов», выполненной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

*Приложение: Отзыв в 2-х экз. на 3-х листах каждый.*

**С уважением,  
Первый заместитель генерального  
директора, научный руководитель –  
генеральный конструктор,  
академик РАН, доктор  
технических наук, профессор**

**Н.А. Макаровец**

Исполнитель: Большаков В.А.  
№ тел: (4872) 46-46-64.

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель генерального  
директора, научный руководитель -  
генеральный конструктор



АО «НПО «СПЛАВ»,  
академик РАН, доктор  
технических наук, профессор  
Н.А. Макаровец

2017г.

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Полунина Антона Викторовича «Влияние наночастиц SiO<sub>2</sub> на структуру, состав и свойства оксидных слоев, формируемых микродуговым оксидированием силуминов», выполненной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

Диссертационная работа А.В. Полунина посвящена актуальной проблеме управляемого синтеза функциональных поверхностных слоёв на силуминах – широко распространенных в промышленности литейных алюминий-кремниевых сплавах. В качестве базовой автором выбрана технология микродугового оксидирования (МДО) как экологически чистая, вариативная и обеспечивающая высокую (до 0,6...0,8 предела прочности материала основы) адгезию поверхностного слоя к металлу основы. Технология МДО позволяет формировать на вентильных металлах и сплавах поверхностные слои различного назначения - упрочняющие, износостойкие, эрозионностойкие, термобарьерные и др. Структура и свойства оксидного слоя при МДО определяется, в основном, тремя факторами - составом оксидируемого сплава, составом электролита и электрическим режимом оксидирования. При использовании базовых электролитов поверхностный слой представляет собой совокупность полиморфных модификаций оксидов металлов, входящих в состав оксидируемого сплава. Модифицирование электролита МДО наноразмерными частицами оксидов SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZrO<sub>2</sub> кардинально меняет картину и результативность процесса. В диссертации А.В. Полунина поставлена и решена задача исследования влияния наноразмерных частиц SiO<sub>2</sub> на структуру, состав и свойства оксидных поверхностных слоёв при МДО силуминов.

Научная новизна диссертации А.В. Полунина заключается в следующем:

1. Выявлено смещение фазового состава оксидного слоя в сторону увеличения фаз сверхвысокого давления и высокотемпературных фаз, при этом впервые обнаружены фазы сверхвысокого давления стишовит и коэсит, а также высокотемпературная фаза тридимит.

2. Теоретически обоснована возможность формирования фаз сверхвысоких давлений, необходимых для образования стишовита и коэсита, за счёт повышения мощности микродугового разряда при структурных превращениях введённых в электролит наночастиц  $\text{SiO}_2$  в потоке плазмы с образованием дополнительных заряженных частиц, разгоняющихся в потоке плазмы и отдающих свою кинетическую энергию.
3. Выявлена взаимосвязь фазового состава и физико-механических свойств оксидного слоя с концентрацией добавки наночастиц  $\text{SiO}_2$  в электролите.
4. Обнаружен ранее неизвестный феномен зарождения и развития в оксидном слое медьсодержащего сплава АК6М2 новообразований в виде «шнуров», состоящих из кремния, кислорода и алюминия, что само по себе может иметь положительный эффект и коррелирует с аналогичным явлением при МДО деформируемых медьсодержащих сплавов типа Д16.

Практическая значимость представленной диссертации состоит в следующем:

1. Установлено, что введение в электролит наночастиц  $\text{SiO}_2$  приводит к изменению макроструктуры (уменьшению пористости, улучшению однородности) и морфологии поверхности оксидного слоя с уменьшением шероховатости в 1,5...5 раз для различных исследованных сплавов, что обеспечивает ресурсосбережение при финишной обработке поверхностного слоя.
2. Установлено, что модифицирование электролита наночастицами  $\text{SiO}_2$  приводит к повышению микротвёрдости в 1,25...1,7 раза на различных сплавах и повышению износостойкости оксидного слоя, в результате чего приведенный износ уменьшился в 3,5...7 раз и соответственно увеличивается ресурс работы оксидированной детали.
3. Установлено, что введение в электролит наночастиц  $\text{SiO}_2$  приводит к снижению теплопроводности оксидного слоя в 5...6 раз, что существенно важно для теплозащитных и термобарьерных покрытий (например, на рабочей поверхности днища силуминового поршня ДВС-дизеля).
4. Установлено, что модифицирование электролита наночастицами  $\text{SiO}_2$  приводит к повышению производительности процесса оксидирования в 2...4,5 раза, благодаря чему снижаются в 3...6 раз прямые переменные затраты на оксидирование.

Изложенные в автореферате результаты представляют как чисто теоретический, так и практический интерес. Обоснованность результатов, полученных соискателем, основывается на согласованности данных расчёта, экспериментов, научных выводов и внедрения на реальных промышленных объектах.

Результаты, полученные в ходе выполнения диссертационной работы, в достаточном объёме опубликованы в различных научно-технических изданиях, докладывались и обсуждались на научно-технических конференциях

