

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Савушкиной Светланы Вячеславовны «Механизмы формирования и свойства коррозионностойких и теплозащитных покрытий на основе оксидов циркония, гафния и алюминия, получаемых в плазменных процессах синтеза в вакууме и электролитах», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.5 – Порошковая металлургия и композиционные материалы

Формирование защитных покрытий на основе оксидов циркония, гафния и алюминия играет важную роль в обеспечении безопасности технологических процессов и долговечности материалов, используемых в атомной энергетике и ракетно-космической технике. Необходимо предохранять циркониевые оболочки ТВЭЛов от электрохимической и газовой коррозии, в том числе, при повышении температуры в результате возникновения нештатных ситуаций, защищать камеры сгорания и иные конструктивные элементы ракетных двигателей. Наноструктурирование улучшает функциональные свойства покрытий. Однако, серьёзной проблемой использования наноструктурных материалов является их низкая термическая стабильность. Поэтому создание термостойких нанокомпозитных антикоррозионных и теплозащитных слоев представляется весьма актуальным.

Соискателем проделана исключительная по объёму и качеству исследовательская работа, которая позволила получить целый ряд новых и важных результатов. В частности, выявлено влияние микродобавок ниобия на увеличение скорости роста и толщины оксидного покрытия при плазменном электролитическом оксидировании; установлен основной механизм инкорпорирования наночастиц оксида иттрия в формируемое покрытие за счёт заполнения электролитом пор и воздействия микрозарядов; предложены механизмы формирования слоев на основе оксидов циркония и гафния сверхзвуковым соплом с разворачиваемой насадкой; реализовано формирование переходных зон в трёхслойном теплозащитном покрытии, позволяющее создавать устойчивые к механическим и термическим нагрузкам градиентные структуры с плавным изменением состава. Все перечисленные результаты демонстрируют также

впечатляющую практическую значимость обсуждаемой работы, результаты которой защищены пятью патентами.

Отмечу, что успех исследования С.В. Савушкиной обеспечен весьма широким кругом использованных надёжных независимых, но взаимодополняющих друг друга экспериментальных методов на базе современной аппаратуры. Данные, полученные различными методами, хорошо согласуются друг с другом, как и с известными из литературы при сопоставимых условиях экспериментов. Эти факты свидетельствуют о достоверности полученных результатов и сделанных на их основе выводов.

Из текста автореферата не совсем ясна необходимость конструкции с двумя сечениями разворота насадки, которой оснащено сопло для получения наноструктурного покрытия. В качестве замечания следует также указать неудачный выбор масштаба координатных осей на рисунке 4 автореферата.

Хочется с удовлетворением отметить логичную структурированность материала автореферата, строгую, лаконичную, доказательную, научную манеру изложения. Качество графического материала хорошее. Основное содержание и результаты работы достаточно полно отражены в публикациях в ведущих научных журналах.

Автореферат показывает, что диссертационная работа С.В. Савушкиной выполнена на высоком современном научном уровне, актуальна, содержит новые достоверные результаты, вносит существенный вклад в развитие технологий формирования и изучения свойств наноструктурированных антикоррозионных и теплозащитных покрытий. Выявленные закономерности изменения структуры и морфологии покрытий важны для решения проблем стабильности материалов в условиях высоких температур. Работа в полной мере отвечает требованиям, предъявляемым ВАК РФ к докторским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.5 – Порошковая металлургия и композиционные материалы.

Доктор физико-математических наук, профессор, старший научный сотрудник лаборатории роста кристаллов Южно-Уральского государственного университета (НИУ)



*Л.А. Песин*

Л.А. Песин

Х. Песина удостоверение  
М. С. Мичакова  
Н.С. Мичакова