

01.04.2016

№ 456

## Отзыв

на автореферат диссертации Крыжанова Михаила Валентиновича «Исследование восстановления оксидных соединений тантала магнием», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

**Актуальность работы.** Получение порошков тантала с развитой поверхностью остается перспективным направлением миниатюризации радиоэлектронных устройств, использующих конденсаторы. Традиционным способом получения танталовых порошков является натриетермическое восстановление гептафтортанталата калия. Одним из альтернативных вариантов производства порошков, удовлетворяющих современным требованиям, как показал зарубежный опыт, является магниетермическое восстановление пентаоксидов тантала и ниобия. Точная информация об условиях ведения технологии до сих пор не разглашается. Поэтому информация о влиянии условий восстановления на удельную поверхность и размер частиц порошков особенно актуальна для производителей РФ. Необходимость исследований в этом направлении важна как для обеспечения работы предприятий оборонного комплекса, так и для повышения конкурентной способности изделий отраслей, использующих танталовые порошки специального назначения.

**Научная новизна.** Крыжановым М.В. проведено сравнительное исследование двух отличающихся методов синтеза нанопорошков тантала: взаимодействие пентаоксида тантала с парами магния и разработанный автором способ с использованием шихты экзотермического состава (вариант СВС).

Впервые проведены термодинамические оценки стандартных энтальпий образования, энтропий и теплоемкостей танталатов магния  $MgTa_2O_6$ ,  $Mg_3Ta_2O_8$ ,  $Mg_4Ta_2O_9$  и  $Mg_5Ta_4O_{15}$ , которые могут быть использованы как прекурсоры для получения порошков с прогнозируемыми свойствами.

Установлена наиболее вероятная последовательность химических и физических процессов, определяющих генезис структур и, в конечном счете, физические свойства синтезированных порошков тантала.

Автором всесторонне исследованы влияние наиболее значимых физических и химических условий на удельные поверхности и плотности синтезированных порошков. В том числе: соотношения реагентов, давления в реакционном пространстве, температуры и длительности синтеза.

Тем самым научно обоснована технология магниетермического восстановления оксидных соединений тантала, включающая методику управления удельной поверхностью получаемых порошков металлического тантала.

Значимость и новизна реализованных подходов подтверждена опытом получения порошков с рекордным набором физических и эксплуатационных свойств.

**Практическая значимость работы.** Проведенные автором исследования позволили создать отечественную технологию производства порошков тантала для специальных целей с наивысшими для данного продукта показателями качества: по удельной поверхности, насыпной массе и удельному заряду. Разработанный Крыжановым М.В. метод предоставляет возможность управления свойствами получаемых продуктов. Новизна технических решений подтверждена патентом РФ.

Есть основания полагать, что найденные автором решения могут быть использованы и для производства ниобиевых порошков.

К автору автореферата имеются следующие вопросы:

1. стр. 10, табл. 3: Почему введение в шихту соли увеличивает удельную поверхность порошка тантала?

2. стр. 11, табл. 4: Существует ли однозначная зависимость между условиями восстановления пентаоксида тантала магнием, удельной поверхностью полученного порошка тантала и величиной удельной емкости заряда?

3. стр. 13, рис. 3: На схеме установки не указано расположение термопар. Как были защищены спай термопар от контакта с реагирующей шихтой? Как соотносились температуры, измеренные торцевыми и центральной термопарами?

4. стр. 15-16, табл. 5: Какой состав шихты для СВС-синтеза автор считает оптимальным для получения конденсаторных порошков тантала? Каковы масштабы внедрения?

5. стр. 24, п. 10: Насколько полученные автором порошки тантала адаптированы к оборудованию производства готовых изделий? Каковы сравнительные характеристики полученных автором материалов с производимыми аналогами?

Диссертация состоит из введения, 5 глав, основных выводов и списка использованных источников. Текст изложен на 116 страницах, содержит 21 рисунок, 27 таблиц. Список использованных источников включает 75 наименований. Материалы диссертации хорошо известны научной общественности. Они представлены в 31-ой публикации, в том числе 8-ми статьях опубликованных в рецензируемых журналах из списка ВАК; получен патент РФ на изобретение.

Представленные Крыжановым М.В. данные и результаты проведенных им исследований вносят существенный вклад в химию танталатов и технологию получения конденсаторных нанопорошков тантала нового поколения.

Теоретические положения и практические рекомендации базируются на результатах, полученных автором с использованием современных инструментальных методов исследований и с соблюдением необходимых процедур поверки приборов и обработки данных экспериментов.

#### **Заключение рецензентов:**

По нашему мнению, диссертация Крыжанова М.В., представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, соответствует основным современным требованиям, является законченной научно-квалификационной работой, соответствует требованиям пункта 9 Положения ВАК Министерства образования и науки России, применяемым к кандидатским диссертациям, а ее автор **Крыжанов Михаил Валентинович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких, металлов».**

#### **Данные о рецензентах:**

**9. Ученая степень, ученое звание:** доктор и кандидат технических наук, специальность 05.17.02 – «Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов».

**10. Должность:** заместитель начальника и старший мастер опытного цеха № 3 ОАО «Соликамский магниевый завод», руководители группы перспективных направлений.

**11. Место работы:** ОАО «Соликамский магниевый завод», опытный цех № 3.

12. **Фамилия, имя, отчество:** Чуб Александр Васильевич, Цурика Андрей Анатольевич.

13. **Адрес места работы:** 618500, Пермский край, г. Соликамск, ул. Правды, 9

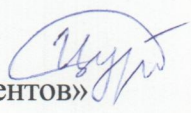
14. **Телефон:** 8-(34253)-66-3-28, 66-6-09.

15. **E-mail:** [chub328@rambler.ru](mailto:chub328@rambler.ru)

Заместитель начальника опытного цеха,  
руководитель группы перспективных направлений,  
д.т.н., специальность 05.17.02 –  
«Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов»



Старший мастер, к.т.н., специальность 05.17.02 –  
«Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов»



Подписи Чуба Александра Васильевича, доктора технических наук, заместителя  
начальника и Цурики Андрея Анатольевича, старшего мастера опытного цеха ОАО  
«Соликамский магниевый завод», удостоверяю:

Начальник административно –  
хозяйственного отдела ОАО «СМЗ»



Г.А. Тейхреб