

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Максимова Владимира Владимировича «Физико-химические закономерности гидрокарбонильных процессов получения порошков меди и палладия и композиционных материалов на их основе для изделий вакуумной и газоразрядной техники», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 - Порошковая металлургия и композиционные материалы.

Актуальность темы

Одним из наиболее перспективных направлений современного материаловедения и порошковой металлургии является разработка и освоение в производстве, а также получение и применение материалов, обладающих особыми свойствами. К таким материалам с полным основанием можно отнести композиционные материалы на основе меди и палладия. Палладий и медь, их соединения, благодаря своим уникальным свойствам, находят широкое применение в различных областях промышленности, в науке и технике.

Обеспечение необходимой потребности в меди и палладии, и их соединениях возможно при условии внедрения в производство высокоэффективных гидрометаллургических процессов получения аффинированного металла.

Одним из таких перспективных способов извлечения и концентрирования этих металлов является гидрокарбонильный (ГК) способ. В связи с этим физико-химическое и технологическое обоснование эффективности ГК процессов переработки смешанных руд (концентратов, низкокачественных промпродуктов, отвалов и аффинажа) меди и палладия для получения высокочистых тонкодисперсных порошков этих металлов с максимальным выходом и контролируемым размером частиц является актуальной проблемой.

Востребованность же этих материалов, изготовленных из высокочистых тонкодисперсных порошков меди и палладия, обусловлена необходимостью

создания источников электронов (электродов), обладающих длительной устойчивостью параметров в вакууме и стабильностью горения в тлеющем разряде, определяемой устойчивостью к распылению и высокими каталитическими свойствами применительно к смесям, применяемым в CO₂-лазерах.

Актуальность и своевременность диссертации связаны также с проведением в настоящее время в России политики импортозамещения и выхода на новые рубежи развития.

Характеристика работы

В работе автором установлены физико-химические закономерности гидрокарбонильных процессов получения высокочистых микроразмерных порошков меди и палладия из отходов промышленного производства (концентратов, низкокачественных промпродуктов, отвалов и аффинажа). На основе предложенной технологии автором получены порошковые и композиционные материалы для изделий вакуумной, газоразрядной и лазерной техники.

По результатам проведенных исследований оптимизированные и адаптированные режимы каталитического гидрокарбонильного процесса восстановления позволили получить высокочистые микроразмерные порошки меди, по размеру частиц лежащие в диапазоне 0,5...10 мкм, и палладия в диапазоне 1,7...2,7 мкм. Такие параметры порошков соответствуют требованиям к исходным материалам для изготовления изделий вакуумной и газоразрядной техники.

Автором получены образцы композиционных материалов на основе вторичных высокодисперсных порошков меди и палладия для эмиттеров электронов изделий вакуумной и газоразрядной техники. Композиционные ленты Pd₅Va-Pd, цилиндрические катоды, спрессованные из композиций порошков и нанесенных покрытий из Cu-Cu₂O, обладают комплексом физических параметров, характерных для их аналогов, изготовленных из

стандартных порошков, что подтверждает их всесторонние испытания в малогабаритных вакуумных СВЧ-приборах и CO₂-лазерах.

Научная новизна.

В диссертационной работе Максимова В.В. получены новые научные результаты, имеющие важное теоретическое и практическое значение для развития материаловедения и порошковой металлургии, заключающихся в:

- предложенном уравнении реакции гидрокарбонильного каталитического восстановления $\text{Cu(II)} \rightarrow \text{Cu(I)}$ и установлении зависимости кинетики реакции, формы и полноты восстановления Cu(I) от температуры процесса и концентрации ионов хлора.

- установлении влияния концентрации палладия и соляной кислоты, а также температуры гидрокарбонильного процесса на размеры частиц, насыпную плотность, термическую устойчивость получаемых порошков палладия.

- предложенном процессе гидрокарбонильного восстановления, приводящим к удалению из растворов, содержащих Fe, Ni, Co и другие тяжелые цветные металлы, до 95% меди и обеспечивающего получение высокочистых тонкодисперсных порошков меди и палладия с размером частиц в диапазоне 0,5...10 мкм.

Практическая значимость диссертационной работы состоит в проведенной комплексной апробации и аттестации ГК технологии в применении ее к получению вторичных порошков меди и палладия заданного гранулометрического состава. Анализ экспериментальных данных позволил определить оптимальные параметры, обеспечивающие степень извлечения этих металлов до 90% с возможной регенерацией исходного раствора.

На основе полученных частиц металлических порошков изготовлены композиционные ленты для циклических вторично-эмиссионных катодов и каталитические покрытия на наружных поверхностях композиционных электродов, активность которых значительно выше выращенных на поверхности монометалла.

Достоверность полученных результатов определяется проведением испытаний и измерений в соответствии с ГОСТ, использованием современного оборудования с лицензионным программным обеспечением, совпадением экспериментальных данных и теоретических расчетов, использованием методов математической статистики при обработке результатов.

По диссертационной работе Максимова В.В. можно сделать следующие замечания:

1. Данные в таблице 2 на стр.20 свидетельствуют, что электролитические порошки отличаются более высокой дисперсностью, в то же время в тексте автор пишет, что более дисперсными являются автоклавные порошки.
2. На странице 33, описывая математическое планирование эксперимента, автор не указывает интервал варьирования величин, а только начальные их значения.
3. На стр.35 автор пишет, что на основании анализа данных электронной микроскопии обнаружено, в том числе, отсутствие корреляции между размером частиц и насыпной плотностью. Это некорректное утверждение, т.к. автор не учитывает форму частиц, которая может быть сферической и кубической и оказывает большее влияние на величину насыпной плотности.
4. На стр. 59 автор пишет о промежуточных состояниях с различной валентностью палладия. Однако автор не приводит ссылки, откуда взята эта информация.
5. В главе 1, раздел 1.5.1. приводятся данные экспериментов по математической модели, описанной в разделе 1.5. При этом не приводятся ссылки на источники. Непонятно, являются ли эти результаты из литературных источников или это непосредственно данные самого автора. В последнем случае непонятно, почему данный материал приведен в 1 главе, имеющей обзорный характер.

6. На стр. 91 автор пишет о «сконструированной и собранной автоматизированной установке». Однако в тексте приводится мало схем оборудования и фотографий приборов для исследования.

7. На стр. 98 и 101 имеются непонятные выражения о «дефектах неизвестного состава» и утверждение, что неоднородность структуры связана с «не оптимальным применением режимов прокатки».

8. Не хватает пояснений к рисункам в главе 4, подписи и комментарии носят констатирующий характер.

Сделанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы.

Работа выполнена на высоком научном уровне и представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая посвящена разработке технологии получения дисперсных порошков меди и палладия из жидких отходов гальванических и гидрометаллургических производств, в основу которой положен усовершенствованный гидрокарбонильный способ переработки смешанных низкокачественных промпродуктов.

Подобранные оптимальные режимы получения порошков меди и палладия с заданными гранулометрическими параметрами, позволили предложить усовершенствованную технологию создания изделий из высокочистых микродисперсных металлических порошков для разработки современных малогабаритных вакуумных СВЧ-приборов и газоразрядных CO₂-лазеров.

Автореферат и опубликованные работы полностью отражают содержание диссертации.

По научному уровню, полученным результатам, содержанию и оформлению представленная диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям п.п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденном Постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор, Максимов Владимир Владимирович, заслуживает

присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности
05.16.06 - Порошковая металлургия и композиционные материалы.

Официальный оппонент
Пашков Игорь Николаевич,
ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт
(национально исследовательский университет)»,
д.т.н., профессор



30.04.1977



Подпись Пашкова И.Н. удостоверяю,



зам. ректора
Машков М.А.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Московский авиационный институт (национальный
исследовательский университет)»

Волоколамское шоссе, д. 4, г. Москва, 125993

+7 499 158-29-77

mai@mai.ru

www.mai.ru