

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Страполовой Виктории Николаевны «Разработка терморегулирующего покрытия, содержащего наночастицы оксидов металлов», представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 05.16.08 – Нанотехнологии и наноматериалы (химия и химическая технология).

1.Актуальность темы диссертации.

В настоящее время одним из факторов, определяющих надежность полета космических аппаратов, является стабильность теплового режима. Согласен с диссертантом, что одним из способов решения этой проблемы, которая возникает каждый раз при создании космических аппаратов, разработке новой радиоэлектронной аппаратуры, изменении условий и траектории полета, связан с разработкой эффективных терморегулирующих покрытий с высокими оптическими, адгезионными и эксплуатационными свойствами. Именно этой проблеме и посвящена рецензируемая диссертационная работа.

Выбранное диссертантом направление исследований, которое можно сформулировать как «Разработка физико-химических основ направленного регулирования структуры и свойств лакокрасочных материалов и покрытий за счет использования в рецептурах эмалей наночастиц оксидов металлов», актуально как с фундаментальной, так и практической точки зрения. Принципиально важно, во-первых, разработать технологию синтеза наночастиц различных размеров и идентифицировать их структурно-морфологические характеристики; во-вторых, разработать технологию смешения наночастиц с полимерным связующим, которая позволяла бы устойчиво получать диспер-

сии с однородным распределением наночастиц в объеме покрытия; наконец, разработать технологию нанесения и формирования покрытий, которая обеспечивает необходимые эксплуатационные свойства материала и конструкции в целом. Все эти задачи в той или иной степени решены в диссертации на примере конкретных систем – оксидов железа и цинка. Мне кажется, что можно с уверенностью утверждать, что в диссертации Страполовой В.Н. закладывается фундаментальные физико-химические и материаловедческие основы создания терморегулирующих покрытий с высокими эксплуатационными свойствами, а разработанная методология синтеза наночастиц и материалов может быть использована и при исследовании других систем и материалов, в частности, защитных покрытий для радиоэлектронной аппаратуры.

2. Оценка содержания диссертации, ее завершенность

Рассматриваемая диссертационная работа построена традиционно и включает: введение, литературный обзор, экспериментальную часть, глав, посвященных описанию и обсуждению результатов, выводов, списка литературы и приложения. Работа изложена на 159 страницах, содержит 48 таблиц и 51 рисунок. Библиографический список содержит 171 наименование. Принципиальных замечаний к оформлению диссертации и автореферата не имею.

Во **введении** рассмотрены такие аспекты диссертации, как её актуальность, цель исследования, задачи работы, её научная новизна и практическая значимость. Несмотря на лаконичность введения, оно адекватно освещает все поднятые вопросы и возражений не вызывает.

Литературный обзор посвящён разноплановым, но взаимосвязанным вопросам. В частности, приводится классификация терморегулирующих покрытий космических аппаратов, формулируются требования к характеристиками покрытий, указываются величины внешних тепловых нагрузок от излучения Солнца и планет, обсуждается вопрос сброса тепла в космическое пространство. Особое внимание уделяется радиационной стойкости. Впервые в

практике лакокрасочных покрытий вводится понятие «идеальный поглотитель». Проведенный анализ литературы позволил диссертанту сформулировать цель и конкретные направления исследований.

В главе 2 представлены и охарактеризованы объекты исследования, Подробно описаны методы исследования вязкости растворов, адгезии, определения коэффициентов поглощения солнечного излучения, теплового излучения, коэффициента яркости, стойкости покрытий к термоциклированию и газовыделению и т.п. Сочетание этих методов позволило диссертанту получить исчерпывающую информацию о разных стадиях формирования дисперсий, получения покрытий и оценки их эксплуатационных характеристик. Корректность выбора и использования методов исследований не вызывает сомнений. Считаю необходимым предложить диссертанту более внимательно относиться к описанию погрешности измерений и в дальнейшем представлять сводные таблицы с описанием погрешности определения пределов измерений тех или иных параметров.

Глава 3 – центральная глава диссертации. Она посвящена описанию результатов и их обсуждению.

Научную новизну и практическую значимость имеют следующие, полученные автором результаты.

Особое внимание заслуживает предложенная диссертантом методика получения наночастиц оксида железа кубической формы размером от 10 до 100нм и методика наращивания на их поверхности слоев диоксида кремния. Диссертант утверждает, что им разработана методика равномерного распределения дисперсных частиц в растворах связующих сополимеров с помощью ультразвукового воздействия. Обращаю внимание, что наиболее значимые результаты диссертантом получены при концентрации наночастиц в связующем в интервале значений от 0,01 до 0,1 % масс.

Принципиальное значение для решения проблем материаловедения имеет предложенная и апробированная диссертантом методика получения

наночастиц оксида цинка. Получены и структурно-морфологическими методами идентифицированы частицы стержнеобразной формы, сферические образования, и сростки частиц, которые диссертант идентифицировал как частицы «цветочной формы» с размером до 6 мкм.

В диссертации впервые в практике полимерного материаловедения показано, что введение в состав полимерного связующего малых количеств наночастиц оксидов металлов – оксида железа в диапазоне от 0,05 до 0,1 % масс и оксида цинка в диапазоне от 0,005 до 0,1 % масс способствует увеличению адгезии к сплавам алюминия в среднем на 38 – 40%. Необычайный по эффективности результат. Интересно отметить, что наибольший эффект для нанопорошков оксида цинка наблюдается для структур цветочного типа, имеющих размер индивидуальных агрегатов – 6 мкм.

Достоверность полученных результатов определяется высоким научным уровнем исследований, использованием современных методов измерений, широким набором однотипных результатов и практическим использованием достижений в реальных системах и конструкциях.

4. Подтверждение опубликования результатов диссертации и соответствия содержания автореферата ее положениям

По материалам диссертации опубликовано 2 научные статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ, 10 тезисов докладов, получены 3 патента РФ. Работа прошла широкую апробацию. Ее результаты представлялись и обсуждались на различных Всероссийских и Международных конференциях и симпозиумах.

Автореферат и опубликованные работы полностью отражают содержание диссертации.

5. Основные недостатки

На мой взгляд, работа свободна от принципиальных недостатков, а к её недочётам можно отнести следующие:

1. Представленные в диссертации и автореферате микрофотографии, иллюстрирующие структурно-морфологическую организацию покрытий, с одной стороны, и строение наночастиц, с другой, плохо согласуются между собой. Вероятно, диссертант выбрал неудачный метод выявления распределения частиц оксидов металлов в полимерной матрице. Было бы целесообразно не только оценить распределение частиц, построить кривые распределения частиц по размерам, идентифицировать степень агрегации, но и доказать, что ультразвуковая обработка не сказывается на состоянии наночастиц оксидов. Наконец, следовало бы показать, что их содержание соответствует заданному составу.

2. В диссертации много внимания уделяется описанию адгезионных свойств нанонаполненных связующих. К сожалению, автор работы ограничивается лишь констатацией факта увеличения адгезионной прочности. Причины этого эффекта не рассмотрены, что осложняет распространения способа модификации адгезивов и покрытий на другие системы. Интересно было бы услышать, как диссертант сможет объяснить влияние на адгезионную прочность содержания в покрытии 0,005 % оксида цинка.

3. Наконец, считаю необходимым рекомендовать диссертанту провести расчеты оптических свойств покрытий в рамках классического подхода Релея – Ми. В этом случае можно было бы оценить размера рассеивающих элементов и сопоставить с данными прямых структурно-морфологических исследований.

Указанные замечания не изменяют общую положительную оценку диссертации Страполовой В.Н. и, я надеюсь, будут учтены автором в последующих исследованиях.

6. Заключение

В целом считаю, что рецензируемая диссертация представляет собой законченное исследование, выполненное на высоком научном уровне. Полученные результаты имеют принципиальное значения для создания эффектив-

ных терморегулирующих покрытий космических аппаратов, полностью подтверждают сделанные выводы и могут быть использованы при решении проблем создания новых типов покрытий.

Актуальность, новизна и перспективность практического использования результатов позволяет оценить диссертацию Страполовой В.Н. как завершенную научно-квалификационную работу, в которой содержатся решения проблем модификации лакокрасочных материалов с помощью наночастиц оксидов металлов.

Диссертация Страполовой В.Н. полностью соответствует паспорту специальности 05.16.08 – Нанотехнологии и наноматериалы (химия и химическая технология) и пункту 9 «Положения о присуждении ученых степеней» N 842 от 24 сентября 2013 года, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Диссертация выполнена на хорошем научном уровне, а ее автор Страполова Виктория Николаевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 05.16.08 – Нанотехнологии и наноматериалы (химия и химическая технология).

Докт.хим.наук. проф. академик РАН,
зав.лабораторией ИФХЭ РАН,
Москва, 119071 Ленинский пр.31 корп.4
Т. (916) 601 89 01 Chalykh@mail.ru

А.Е. Чалых

Подпись руки проф. А.Е. Чалых подтверждаю
Ученый. Секретарь... ИФХЭ РАН, к.х.н.

И.Г. Варшавская

