

»

## **ОТЗЫВ**

**официального оппонента на диссертационную работу Силаевой Анны Александровны «Медь-полимерные покрытия, получаемые методом катодного электроосаждения», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.06 «Технология и переработка полимеров и композитов**

### *Актуальность темы*

Одним из наиболее эффективных методов окрашивания является, электроосаждение, сочетающее ряд экологических и экономических преимуществ, в частности практическое отсутствие летучих органических соединений, обеспечивающее взрыво- и пожаробезопасность процесса нанесения покрытий равномерной толщины с высокими защитными свойствами при минимальных потерях лакокрасочного материала. Идея диссертационной работы была сформулирована автором с учетом очевидной близости технологий электроосаждения покрытий и гальванического осаждения металлов, а также информации об использовании металлических порошков в качестве пигментов при получении лакокрасочных материалов и покрытий на их основе. Очевидно, что совместное осаждение пленкообразующей основы и металла, которое можно назвать пигментированием *in situ*, в случае успешной реализации позволяет прогнозировать несомненные технологические преимущества в сравнении с отдельным получением металлического порошка с последующим равномерным распределением его в полимерной матрице. Одним из известных

свойств металлов является высокая теплопроводность, поэтому логичным представляется выбор в качестве объекта исследования меди, обладающей выдающейся способностью к передачи тепла. Резюмируя можно констатировать несомненную актуальность темы диссертации Силаевой А.А.

### ***Новизна научных исследований и полученных результатов***

В работе предложен оригинальный метод получения теплопроводящих покрытий, пигментированных медью *in situ* при электроосаждении на катоде водоразбавляемых композиций, содержащих аминосодержащие полиэлектролитные пленкообразователи и ацетат меди в качестве прекурсора медного пигмента. Установлено, что медь соосаждается с полимерных полиэлектролитом в виде наноразмерных частиц, равномерно распределяясь в объеме покрытия, придавая последнему повышенную в 1,5-2 раза теплопроводность, а также более высокой твердостью, при неизменной адгезии и эластичности.

Показана принципиальная возможность получения биметаллополимерных покрытий электроосаждением на катоде композиций аминосодержащих полиэлектролитных пленкообразователей с ацетатами меди и никеля, а также с ацетатами меди и кадмия. Впервые исследованы закономерности процессов соосаждения, а также морфология, структура и свойства образующихся биметаллических покрытий.

***Практическая значимость работы.*** Определен оптимальный состав лакокрасочной композиции для получения медь-полимерных покрытий методом катодного электроосаждения с увеличенной теплопроводностью, предназначенная для окраски бытовых конвекторов. Разработан технологический регламент получения медь-полимерных покрытий методом катодного электроосаждения. На композицию и способ получения металлополимерных покрытий с повышенной твердостью получен патент.

Проведена окраска опытной партии конвекторов на предприятии АО «Сантехпром» (г. Москва) было показано увеличение теплоотдачи в 1,5 раза в сравнении с радиаторами, окрашенными аналогичным материалом, применяемым на предприятии.

***Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций***

В работе использованы современная приборная база и методы исследования, в том числе энергодисперсионный рентгеноспектральный микроанализ, термомеханический анализ, дифференциальная сканирующая калориметрия, метод атомной сканирующей микроскопии, метод атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой, что, с учетом опубликования основного содержания диссертации в журналах входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования (Web of Science, Scopus), не позволяет усомниться в достоверности полученных результатов и сделанных на их основе обобщений, выводов и рекомендаций.

**Соответствие работы требованиям, предъявляемым к диссертации.**

Диссертация состоит из введения, обзора литературы, экспериментальной части, обсуждения результатов, выводов и списка использованной литературы. Работа изложена на 137 страницах, содержит 37 рисунков, 27 таблиц и 85 библиографических ссылок.

Во **введении** обоснована актуальность темы исследований, сформулированы цели и задачи работы, показана новизна, практическая и теоретическая значимость.

В **главе 1** рассмотрены механизмы процессов электроосаждения металлических и полимерных покрытий дан анализ известных достижений и теоретических положений, изложенные в современной научно-технической литературе и патентах, касающиеся современного состояния в области

разработки, получения и практического использования металл-полимерных покрытий, в том числе покрытий, содержащих наноразмерные медные порошки, в различных областях использования и на этой основе сформулированы задачи исследования.

В главе 2 описаны установка для электроосаждения исследуемых композиций, методы определения основных и характерных параметров этого процесса, условия формирования покрытий из полученных осадков, характеристики приборов, условия проведения физико-химического анализа и оценки свойств полученных покрытий.

В главе 3 приведены результаты исследования влияния медьсодержащего компонента композиций для электроосаждения на закономерности этого процесса и характеристики получаемых покрытий: теплопроводность, адгезия, эластичность, твердость. В результате найдены оптимальные условия получения медь-полимерного покрытия покрытий и состав композиции для электроосаждения.

Рассмотрены особенности получения биметаллополимерных покрытий, содержащих смеси меди с никелем и кадмием. Эти металлы были включены в состав медьсодержащих покрытий для повышения их защитных свойств. Учитывая, что при изготовлении тепловыделяющих приборов помимо стали используются алюминий и латунь, автором были определены оптимальные условия нанесения медь-полимерной композиции на поверхность этих субстратов, и изучены свойства формирующихся покрытий.

Исследована возможность дополнительного пигментирования композиций для электроосаждения диоксидом титана и сажей.

На основании изложенного можно сделать вывод о соответствии представленной на отзыв работы по объему структуре и содержанию

требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

***Подтверждение публикаций требованиям ВАК и соответствия содержания автореферата основным положениям диссертации***

По материалам диссертации опубликовано 9 научных статей, 6 из которых входят в международные реферативные базы данных и системы цитирования (Web of Science, Scopus), тезисы 7 докладов на научных конференциях, получен 1 патент РФ.

Часть исследований была выполнена в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 гг.» (проект № 14.574.21.0019).

Автореферат содержит основные положения диссертации и дает полное представление о ее содержании.

***Замечания***

1. Слишком большой обзор, перегружен общеизвестной информацией, например, подробно рассмотрена технология нанесения покрытий методами анодного и катодного электроосаждения. Излагаемый в обзоре материал, часто не сопровождается ссылками на источники заимствования, хотя очевидно, что текст не является плодом творчества автора. Многие страницы обзора содержат по одной ссылке, а, например, на стр. 12, 13, 17 ссылки и вовсе отсутствуют.

2. Следует отметить, что структурирование излагаемого материала, затрудняющее составление общего впечатления о работе. В частности, наблюдаемые зависимости свойств покрытий от содержания меди в работе констатируются без объяснения причин. И только в заключительных подразделах диссертации приводятся доказательства наноразмерности частиц меди в составе покрытия и равномерности их распределения в объеме

полимерной матрицы, что, по мнению автора, является причиной наблюдаемых эффектов.

Или, например, в подразделе «Характеристики медь-полимерных покрытий почему-то приводятся результаты рассеивающей способности композиций с разным содержанием меди.

3. В подразделе 3.6 диссертации отсутствует обоснование выбора металлических субстратов помимо стали, являющейся основным конструкционным металлом, для исследования влияния их природы на закономерности получения и свойства полученных композиционных покрытий. Кроме того в этом подразделе не следовало повторно приводить данные, полученные в результате исследования электроосаждения на стальной субстрат.

4. В работе доказано, что при электроосаждении на различных субстратах формируются покрытия с различной толщиной, но это не учитывается при обсуждении их противокоррозионной эффективности, данные относительно которой приведены в таблице 12.

5. В ряде случаев дублируются результаты в табулированном и графическом виде, например, рис. 5 и табл.3, рис.13 и табл. 14.

Сделанные замечания не меняют положительной оценки работы и не снижают научной значимости проведенного исследования.

***Соответствие требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней»***

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева».

Диссертационная работа Силаевой А.А. является законченной исследовательской работой, содержащей решение научной задачи - разработки технологии для получения металлополимерных покрытий с повышенной

теплопроводностью и композиций для окрашивания теплопередающих поверхностей.

Представленная на отзыв диссертационная работа отвечает формуле и п.п. 2 и 3 области исследований паспорта специальности 05.17.06 и соответствует критериям, установленным в постановлении Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. N842 «О порядке присуждения ученых степеней», а её автор, Силаева Анна Александровна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.06 «Технология и переработка полимеров и композитов».

**Официальный оппонент**

Доктор химических наук, профессор  
кафедры «Технологии лакокрасочных  
материалов и покрытий» ФБГОУ ВО  
«Казанский национальный  
исследовательский технологический  
университет»



Сергей Николаевич Степин

420015 г. Казань, ул. К. Маркса 68, тел. +7(843)231-41-07  
E-mail: [stepin\\_1949@mail.ru](mailto:stepin_1949@mail.ru)

Подпись Степин С.Н.

