

ОТЗЫВ

**официального оппонента на диссертационную работу Лвин Ко Ко
«Кадмий-полимерные лакокрасочные покрытия на основе
эпоксиаминных полиэлектролитов, получаемые методом катодного
электроосаждения», представленную на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности 05.17.06 «Технология и
переработка полимеров и композитов»**

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

Характеризуя работу, прежде всего хочется отметить комплексный научный подход, реализованный автором, что позволило создать теоретические основы электроосаждения композитных кадмий-полимерных покрытий для практики противокоррозионной защиты. В промышленности известна технология получения грунтовочных и однослойных лакокрасочных покрытий на металлах методом электроосаждения водоразбавляемых пленкообразователей – электролитов. Другой широко известный и реализуемый в гальванотехнике процесс – электроосаждение металлов. Квалификационная работа Лвин Ко Ко посвящена совмещению технологии электроосаждения полимерных и неорганических электролитов. При таком совмещении в прикатодном слое при электроосаждении полиэлектролитов и электролитическом восстановлении ионов металлов из общего раствора на катоде создаются условия для образования наноразмерных золь металлов. Это обеспечивает получение наноструктурированных металлополимерных покрытий с полимерной матрица. Получение металлополимерного покрытия таким способом является сочетанием физико-химических процессов

электроосаждения полиэлектролитов и гальванического электроосаждения металлов.

Полимерные нанокомпозиты находятся в центре внимания науки о полимерах. Это относится также к металлополимерам, в которых полимерная матрица наполнена наноразмерными частицами металла, что придает таким материалам комплекс новых интересных свойств. Поэтому можно сделать вывод, что диссертационная работа Лвина Ко Ко является актуальной и современной.

Научная новизна диссертационной работы заключается в разработке технологии получения кадмий –полимерного лакокрасочного покрытия за счет совместного электроосаждения на катоде эпоксиаминного олигомерного электролита и ацетата кадмия. При этом определен оптимальный состав композиций и условия совместного электроосаждения для получения кадмий-полимерных покрытий хорошего качества. Автором выяснена природа процессов, происходящих в прикатодной области при электролизе: установлена последовательность осаждения продуктов на катоде. При этом автор широко использует современные методы физико-химического анализа: ДСК, ТМА, РСА, РЭМ и др. Доказано, что осаждение кадмия протекает в первоначальный момент времени, поэтому кадмий сосредоточивается у подложки, образуя с металлом протекторную пару. Доказано, что введение кадмия в структуру покрытия увеличивает степень сшивки полимерного плёнкообразующего, что подтверждается уменьшением температуры начала отверждения, а также рассчитанной величиной молекулярной массы отрезка цепи.

Практическая значимость работы состоит в том, что диссертантом разработана кадмий-полимерная композиция и технология нанесения методом электроосаждения кадмий-полимерных покрытий с высокими антикоррозионными свойствами. На эту композицию получен патент

Российской Федерации. Предложенные автором кадмий-полимерные покрытия успешно испытаны на производстве (ООО «Альфа Энерго»).

Диссертация состоит из введения, обзора литературы, экспериментальной части, обсуждения результатов, выводов и списка использованной литературы, включающего 136 наименований.

Во введении приводится описание обоснована актуальность проблемы, сформулированы цели и задачи диссертационной работы. В литературном обзоре очень подробно рассмотрены технологии получения лакокрасочных покрытий методом электроосаждения (катодного и анодного), рассмотрены принципы, преимущества и недостатки этой технологии. Автор работы кратко рассмотрел процессы электроосаждения металлов, сосредоточив свое внимания на технологиях кадмирования. На основе литературного обзора сделаны выводы о перспективности исследований диссертационной работы.

Глава 2 посвящена описанию характеристик, примененных в диссертационной работе, установок, использовавшихся для электроосаждения покрытий, методик проведения экспериментов и методов определения свойств покрытий и физико-химических методов анализа.

В главе 3 излагаются результаты исследований по получению кадмий-полимерных покрытий. Доказано, что покрытия, полученные из композиции с концентрацией ацетата кадмия 6,34 г/л в сравнении с покрытиями, полученными из чистого полиэлектролита обладают высокой адгезией, большей прочностью на удар, значительно более высокой твердостью и при этом хорошей эластичностью. Самым существенным является принципиальное увеличение водостойкости и коррозионной стойкости. Было сделано предположение, что это может быть связано с образованием кластеров наноразмерных металлических частиц в среде полимера, которым свойственно такое явление. Методами физико-химического анализа доказано, что при совместном электроосаждении на катоде аминоксодержащего полиэлектролита и кадмия образующиеся покрытия обладают большей степенью сшивки за счет катализируемого кадмием процесса сшивки пленкообразователя. В завершении были разработаны

рецептуры пигментированной кадмий-полимерной композиции, на основе которой была проведена опытная окраска метизов, которые на испытании показали высокие коррозионнозащитные свойства. Результаты работ описаны в опубликованных статьях и тезисах конференций. По материалам диссертации опубликовано три научных статьи, две из которых входят в международные реферативные базы данных и системы цитирования Scopus, одна – в журнале, входящем в перечень рекомендованных ВАК, семь тезисов докладов на научных конференциях, получен патент РФ. Это количество соответствует требованиям университета для защиты кандидатской диссертации. Можно сделать вывод о соответствии диссертационной работы по объему структуре и содержанию требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

По работе можно сделать следующие замечания:

1. Автор связывает уменьшение скорости осаждения покрытий при введении ацетата кадмия с расходом части электричества на процесс электроосаждения металла, при этом электрохимия процессов, происходящих в прикатодной области, несколько уходит на второй план. Хорошо известно, что перенапряжение выделения водорода на кадмии существенно выше, чем на стальных подложках. Это неизбежно приведет к уменьшению скорости выделения водорода и, соответственно к меньшей скорости конденсации полимера. В будущем можно рекомендовать диссертанту оценить рН в прикатодной области, а не ограничиться утверждением, что он близок к 14.
2. Поскольку получение композитов, разработанных автором, сопровождается выделением водорода, особый интерес для практики представляет исследование наводороживания покрытия и основы, что может привести к ухудшению физико-механических свойств изделий. Автору следовало бы более подробно проработать этот вопрос и, таким образом, определить круг изделий, на которые целесообразно нанесение разработанного покрытия.

3. Учитывая, что в первый момент электролиза на катоде преимущественно протекает электрокристаллизация кадмия, представляют интерес получения концентрационных профилей частиц кадмия по глубин покрытия. На мой взгляд, большее внимание можно было бы уделить вопросу адгезии полученного покрытия к стальной подложке.
4. К сожалению, текст диссертации и автореферата не лишен опечаток, терминологических и стилистических недочетов. Например, следует говорить о близости электродных (а не электрохимических) потенциалов кадмия и железа. На с.41,43 и 49 представленного автором экземпляра диссертации (в электронном виде) произошла сбивка текста, что делает его трудночитаемым.

Сделанные замечания не затрагивают выводов, сделанных в работе, не влияют на положительную оценку работы и не снижают научной значимости проведенного исследования. Во многом они носят рекомендательный характер и могут быть учтены в дальнейших исследованиях.

Диссертационная работа Лвина Ко Ко по актуальности темы, новизне полученных результатов, научному и практическому значению 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, Лвин Ко Ко, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.06 «Технология и переработка полимеров и композитов».

Доктор химических наук,
профессор Кузнецов Виталий Владимирович,
профессор кафедры «Общей и неорганической химии»
ФГБОУ ВО РХТУ им. Д.И. Менделеева

Подпись *Кузнецов В.В.*
УДОСТОВЕРЯЮЩЕЕ
УЧЁНЫЙ СЕКРЕТАРЬ
РХТУ им. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

