

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию
Потапчика Александра Николаевича

«Электрохимический метод прогнозирования долговечности антикоррозионных лакокрасочных покрытий»,

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – материаловедение (химическая промышленность)

1. Соответствие диссертации специальности и отрасли науки, по которым она представлена к защите.

Диссертация посвящена разработке метода прогнозирования долговечности антикоррозионных лакокрасочных покрытий на металлических материалах. Результаты исследований отражают установление закономерностей изменения антикоррозионных свойств материалов в зависимости от времени, а также от состава и условий получения лакокрасочных покрытий.

Цель, задачи, предмет, объект, результаты исследований, опубликованные материалы и положения, выносимые на защиту, по своему содержанию соответствуют отрасли «технические науки» и утвержденному ВАК паспорту специальности 05.16.09 – материаловедение (химическая промышленность) по областям из

п. 1 – теоретические и экспериментальные исследования фундаментальных связей состава и структуры материалов с комплексом их эксплуатационных свойств с целью обеспечения надежности и долговечности материалов и изделий;

п. 4 – создание материалов, способных эксплуатироваться в экстремальных условиях: агрессивные среды, электрические и магнитные поля, повышенные температуры и механические нагрузки, вакуум и др.;

п. 5 – установление закономерностей и критериев оценки разрушения материалов от действия механических нагрузок и внешней среды;

п. 9 – разработка покрытий различного назначения (защитных, упрочняющих, декоративных, износостойких и др.) и методов управления их качеством;

п.10 – развитие методов прогнозирования и оценка остаточного ресурса материалов в химической промышленности.

Таким образом, диссертация Потапчика А.Н. «Электрохимический метод прогнозирования долговечности антикоррозионных лакокрасочных покрытий» относится к отрасли технических наук и соответствует специальности 05.16.09 – материаловедение (химическая промышленность).

2. Актуальность темы диссертации.

Применение лакокрасочных покрытий является одним из важнейших способов защиты металлических деталей, конструкций, аппаратов от коррозии. Большая часть металлических изделий эксплуатируется в условиях, когда процесс коррозии протекает по электрохимическому механизму. Поэтому

оценка защитных свойств покрытий с использованием электрохимических методов, представляется естественным выбором. Электрохимические методы оценки защитных свойств позволяют получить непосредственно измеряемые количественные показатели, в противоположность субъективным оценкам внешнего вида покрытий. Однако электрохимические показатели не всегда соответствуют результатам длительных натуральных испытаний защитных свойств материалов. Поэтому разработка нового электрохимического метода оценки и прогнозирования антикоррозионных свойств покрытий на основе большого объема экспериментальных данных, включающих длительные лабораторные и промышленные испытания, является весьма актуальной темой исследований.

Тема диссертационной работы соответствует перечню приоритетных направлений научных исследований Республики Беларусь на 2016–2020 гг. № 8 «Многофункциональные материалы и технологии» и приоритетным направлениям научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021–2025 гг.: № 2 «Биологические, медицинские, фармацевтические и химические технологии и производства»; № 4 «Машиностроение, машиностроительные технологии, приборостроение и инновационные материалы».

3. Степень новизны результатов диссертации и научных положений, выносимых на защиту.

В диссертационной работе Потапчика А.Н. изучены закономерности изменения емкости систем «окрашенная стальная пластина – электролит» при частотах от 500 до 2000000 Гц под воздействием растворов электролитов различной концентрации и температуры. Выявленные закономерности соотнесены с процессами деструкции лакокрасочных покрытий различной химической природы и развитием процесса подпленочной коррозии, что позволило обосновать новый критерий оценки изолирующих свойств покрытий и разработать на его основе электрохимический метод прогнозирования долговечности антикоррозионных покрытий.

Научной новизной характеризуются следующие результаты и положения, выносимые на защиту:

– разработанный критерий оценки изолирующих свойств лакокрасочных материалов, рассчитываемый как произведение средневзвешенной емкости системы «окрашенная стальная пластина – электролит» и величины, характеризующей зависимость емкости от частоты переменного тока в диапазоне частот от 500 до 2 000 000 Гц, позволяющий прогнозировать долговечность лакокрасочных покрытий в растворах электролитов;

– установленные закономерности изменения величины емкостно-частотного коэффициента от продолжительности воздействия растворов электролитов при температурах от 20 до 107 °С, что позволило определить критические значения емкостно-частотных коэффициентов для исследован-

ных покрытий на основе эпоксидных, эпоксиноволачных, полиуретановых и полиэфирных связующих;

– разработанный метод прогнозирования долговечности антикоррозионных лакокрасочных покрытий, учитывающий природу связующего и характер адгезионного взаимодействия в системе «металл – покрытие», позволяющий за короткий срок испытаний рассчитать срок службы покрытий при заданном сочетании эксплуатационных факторов (состав, концентрация, температура);

– установленные с помощью емкостно-частотного коэффициента зависимости защитных свойств покрытий от состава компонентов рецептуры эпоксидного лакокрасочного материала, позволившие обосновать оптимальные составы пленкообразующей системы, пигментной части и их соотношение, обеспечивающие покрытиям высокие показатели твердости, адгезии и длительный срок службы в условиях воздействия воды, 3 и 9 мас. % растворов NaCl.

4. Обоснованность и достоверность выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

В работе широко и корректно использованы стандартизированные методы определения свойств лакокрасочных материалов и покрытий. Основная часть экспериментальных данных получена методом прямого измерения электрохимического импеданса системы «окрашенная стальная пластина – электролит». Планирование экспериментов и анализ их результатов выполнены с использованием методов математической статистики. Приведены доверительные интервалы измеряемых величин, выполнена проверка статистической значимости результатов измерений.

Выводы, сформулированные с применением разработанного соискателем метода оценки изолирующих свойств и прогнозирования долговечности лакокрасочных покрытий, подтверждаются проведением длительных лабораторных и промышленных испытаний лакокрасочных покрытий с непосредственной визуальной оценкой коррозионных поражений.

Таким образом, представленные в диссертационной работе результаты и положения, выносимые на защиту, рекомендации являются обоснованными и достоверными.

5. Научная, практическая, экономическая и социальная значимость результатов диссертации с указанием рекомендаций по их использованию.

Научная значимость результатов диссертации заключается в обосновании нового критерия оценки изолирующих свойств лакокрасочных покрытий, учитывающего изменение частотных зависимостей емкости системы «окрашенная стальная пластина – электролит» под воздействием коррозионно-активных жидких сред.

Практическая значимость результатов диссертации обусловлена тем, что предложенный емкостно-частотного коэффициент может использоваться

в качестве универсального количественного критерия оптимизации состава лакокрасочного материала для получения покрытий с высокими изолирующими свойствами и длительным сроком службы.

Кроме того, разработанный метод позволяет прогнозировать долговечности антикоррозионных лакокрасочных покрытий, эксплуатируемых при постоянном воздействии растворов электролитов.

Практическая значимость результатов подтверждена промышленной апробацией на ОАО «Беларуськалий», актами внедрения и использования результатов на ИООО «Славкалий», ООО «Мерлан К», ООО «Пассатсталь».

Экономическая значимость результатов диссертационного исследования заключается в разработке ускоренного метода оценки долговечности лакокрасочных покрытий, позволяющего без проведения длительных испытаний выбрать материалы, обеспечивающие наилучшую антикоррозионную защиту металлических изделий. В результате чего возможна экономия денежных средств на этапах исследований и последующей эксплуатации.

Социальная значимость результатов реализуется через возможность выявления и создания надежных защитных материалов с длительным сроком службы, использование которых на предприятиях химической промышленности и машиностроения позволит снизить экологические издержки, связанные с особенностями технологии лакокрасочных покрытий. Так, увеличенный межремонтный период эксплуатации позволит снизить выброс летучих органических соединений, а длительный срок службы способствует снижению объема отходов при утилизации покрытий.

Разработанный соискателем метод рекомендуется использовать на предприятиях химической промышленности и машиностроения при разработке новых эффективных лакокрасочных материалов, а также при обосновании выбора защитных покрытий для широкого перечня стальных изделий.

6. Опубликованность результатов диссертации в научной печати.

Результаты диссертационной работы достаточно опубликованы в научной печати. Суммарно опубликовано 13 научных работ, в их числе: 4 статьи в научных рецензируемых журналах, соответствующих п. 19 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь (4,3 авторских листа), 2 статьи в других рецензируемых научных журналах и сборниках научных трудов (1,6 авторского листа), 5 материалов конференций и 2 тезиса докладов. Подана заявка на патент Республики Беларусь на изобретение (№ а20220064. «Способ прогнозирования долговечности антикоррозионных лакокрасочных покрытий»).

7. Соответствие оформления диссертации требованиям ВАК.

Оформление диссертационной работы и автореферата в полной мере соответствует требованиям ВАК, изложенным в Инструкции «О порядке оформления диссертации, диссертации в виде научного доклада, авторефера-

та диссертации и публикаций по теме диссертации», утвержденной постановлением Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь 28.02.2014 № 3 (в редакции постановления Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь 22.08.2022 № 5).

8. Замечания по диссертации.

1. На стр. 49 диссертации в формуле (2.5) определение величин U_R и V_R практически одинаково. Представление переменного напряжения в комплексной форме по формуле (2.5) в целом записано не верно, так как в выражение должны входить амплитуда переменного напряжения и аргумент синусоидальной функции переменного напряжения. Возможно, данной формулой автор хотел выразить разницу в фазах общего напряжения и напряжения на эталонном резисторе, что составляло важнейшую часть измерения импеданса. Тогда следовало дать другие определения величинам входящим в данную формулу.

2. В пункте 2.2.13 при описании методики определения сопротивления и емкости систем «окрашенная пластина – электролит» нет четкого описания, что понимается под этими понятиями. Хотя в дальнейших рассуждениях в основных главах работы автор подразумевает под этими понятиями именно емкость и сопротивление лакокрасочного покрытия. Система «окрашенная пластина – электролит» включает в себя металл, лакокрасочное покрытие, электролит, а также границы раздела между ними и каждая часть может характеризоваться своим сопротивлением и емкостью. Кроме того, измерительная установка, схема которой представлена на рис. 2.1, включает в себя вспомогательный электрод в электролите, который также характеризуется сопротивлением и емкостью границы раздела. Рассматриваемую систему можно представить моделями или эквивалентными электрическими схемами разной степени сложности. Какая эквивалентная схема использовалась в качестве модели системы «окрашенная пластина – электролит» и каковы допущения этой модели?

3. Измеряемые значения емкости, сопротивления и емкостно-частотного коэффициента представленные в работе в таблицах и на графиках не отнесены к площади поверхности, хотя эти величины экстенсивные и зависят от площади поверхности. Поэтому критические значения емкостно-частотного коэффициента, найденные автором для прогнозирования долговечности покрытий и зависящие от природы связующего лакокрасочного материала, «привязаны» к конкретной лабораторной установке, на которой проводилось измерение электрохимического импеданса.

4. На стр. 83 для нахождения коэффициента b уравнения, описывающего изменение емкостно-частотного коэффициента во времени, автор преобразует формулу (3.10), в которой вообще нет коэффициента b .

5. Верхняя граница частотного диапазона в 2 МГц, выбранная для

измерений импеданса представляется слишком большой. При частотах около 1 МГц в измеряемый импеданс начинают вносить вклад паразитные емкости контактов и индуктивности соединительных проводов.

6. Формула (3.1) на стр. 67 для расчета емкостно-частотного коэффициента как произведение средневзвешенной емкости на величину, характеризующую зависимость емкости от частоты выглядит сложно и непонятно как раз использование второго сомножителя. В результате теряется физический смысл емкостно-частотного коэффициента. Чем обусловлен выбор формулы для расчета емкостно-частотного коэффициента? Почему нельзя было использовать просто средневзвешенную емкость, которая имеет более понятный смысл?

9. Соответствие научной квалификации соискателя ученой степени, на которую он претендует.

Анализ научной и практической значимости диссертационной работы, автореферата, методического уровня выполнения исследований, актуальности и научной новизны выводов, положений и рекомендаций, позволяет сделать вывод о соответствии научной квалификации Потапчика Александра Николаевича квалификационным требованиям, предъявленным к соискателю ученой степени кандидата технических наук. Представленные выше замечания не влияют на итоговые заключения, выводы и положения, выносимые на защиту. Хотелось бы отметить большой объем экспериментальных данных по длительным испытаниям защитных свойств покрытий, на основе которых доказывается возможность использования емкостно-частотного коэффициента в качестве показателя защитных свойств покрытия и для прогнозирования долговечности покрытий.

Заключение.

Диссертация Потапчика Александра Николаевича представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, содержащую новые научные и экспериментальные результаты в области разработки лакокрасочных материалов и прогнозирования долговечности антикоррозионных лакокрасочных покрытий. Исследования выполнены на высоком научном уровне, выводы обоснованы и достоверны.

Уровень проведенных исследований, актуальность, научная и практическая значимость полученных результатов позволяют заключить, что диссертационная работа соответствует требованиям ВАК, которые предъявляются к кандидатским диссертациям по специальности 05.16.09 – материаловедение (химическая промышленность).

Ученая степень кандидата технических наук может быть присуждена Потапчику Александру Николаевичу за следующие результаты:

– разработку нового критерия оценки изолирующих свойств антикорро-

зионных лакокрасочных покрытий, рассчитываемого как произведение средневзвешенной емкости системы «окрашенная стальная пластина – электролит» на величину, характеризующую зависимость емкости от частоты переменного тока в диапазоне от 500 до 2 000 000 Гц, и подтверждение эффективности его применения при оптимизации качественного и количественного состава антикоррозионных лакокрасочных материалов с целью достижения наивысшего уровня защитных свойств покрытий;

– установление закономерностей изменения величины емкостно-частотного коэффициента под воздействием электролитов при температурах от 20°C до температур кипения, что позволило обосновать критические величины указанного коэффициента для эпоксидных, полиэфирных, эпоксисовлачных и полиуретановых покрытий,

что в совокупности позволило разработать метод прогнозирования долговечности антикоррозионных лакокрасочных покрытий, эксплуатируемых при постоянном воздействии растворов электролитов в широком диапазоне температур, и подтвердить его достоверность в рамках промышленной апробации при расчете срока службы покрытий аппаратов переработки калийных руд.

Официальный оппонент:

кандидат химических наук,
доцент кафедры химии, технологии
электрохимических производств и
материалов электронной техники, учреждения
образования «Белорусский государственный
технологический университет»



В. Г. Матыс

Подпись *Матыс В.Г.*
Свидетельствую:
Начальник отдела
кадров БГТУ *МГ*
«12» 12 20 24