# ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

**Дринберга Сергея Анатольевича**

**о диссертации «Двухкомпонентные полиуретановые покрытия УФ-отверждения для влагозащиты плат», представленной Казаченко Н.Н. на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.06 – Технология и переработка полимеров и композитов**

## Актуальность темы диссертационной работы

Актуальность представленной диссертационной работы обусловлена наличием проблем, возникающих при производстве печатных плат, входящих в модули радиоэлектронной аппаратуры – изделий стратегического назначения, требующих особой точности в выполнении и предназначенных для особых условий эксплуатации.

Покрытия печатных плат, используемые в настоящее время, имеют существенный недостаток – длительный цикл нанесения и сушки, ограничивающий производительность технологического процесса, поэтому разработка покрытия с ускоренным временем сушки, обладающее высокими влагозащитными и диэлектрическими характеристиками, является несомненно актуальным и востребованным на практике.

Поскольку технологии УФ-отверждения пока еще являются относительно новыми и не досконально изученными, автору работы представлялось широкое поле для творчества. В работе выдвинута и доказана гипотеза о возможности использования смеси олигомеров с разными функциональными группами в композициях УФ-отверждения, и о влиянии соотношения изоцианатных и гидроксильных групп на характеристики получаемых покрытий, а также рассмотрена возможность модификации УФ-отверждаемых систем силанами. Предположение об использовании химически привитых фрагментов модификаторов, введенных в композицию до полимеризации, как регуляторе таких определяющих эксплуатационные режимы параметров как водо-, солестойкость и

Входящий № 2418 10.03.2015 г.

паропроницаемость, является одним из несомненных достоинств работы, определяющих ее научную актуальность. Эта экспериментально доказанная теория может стать основой дальнейших практически значимых разработок функциональных покрытий с заданными эксплуатационными параметрами.

**Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, изложенных в диссертации. Их достоверность и научная новизна**

Автором работы использован большой объем научной и специальной литературы, статьи российских и зарубежных специалистов, на основании которых и были сформулированы основные цели и задачи исследования. Опираясь на известные данные и сформулированные собственные гипотезы, Казаченко Н.Н. провела серию экспериментов, результаты которых позволили ей сделать ряд обоснованных выводов. Судя по содержанию диссертации, работа имела строго хронологический порядок, основанный на логике проведения многоступенчатого эксперимента. На первом этапе автор провел выбор природы олигомеров для создания двухкомпонентной уретановой композиции УФ-отверждения для влагозащиты плат, затем была проведена серия опытов по изучению влияния соотношения изоцианатных и гидроксильных групп на защитные характеристики формируемых покрытий. На следующем этапе проводились исследования влияния молекулярной массы полиольного олигомера на солестойкость покрытий, и сделан вывод, что увеличение молекулярной массы полиольного олигомера в уретановой двухкомпонентной УФ-отверждаемой композиции приводит к повышению стойкости покрытий в камере соляного тумана. Полученные выводы не вызывают сомнений в их достоверности, поскольку автор использует стандартные методики испытаний и сертифицированное оборудование, к тому же результаты, полученные различными независимыми методами, согласуются между собой.

На заключительном этапе работы Казаченко Н.Н. уделяет достаточно много времени модификации покрытий силанами, что позволяет достичь ей желаемого результата – время формирования покрытия, готового к использованию, сокращается в разы, при этом увеличивается стойкость покрытия, как и теоретически предполагалось автором, без потерь диэлектрических характеристик.

В итоге, можно констатировать факт, что автором достигнуты в работе все заявленные цели и задачи исследования, получен практический результат, прошедший производственную апробацию – по разработанному автором технологическому регламенту выпущена опытная партия материала.

Работа имеет явную практическую значимость, и представляет собой новую технологическую разработку, имеющую значение для развития отечественной лакокрасочной промышленности и развития страны. Основные результаты диссертации вынесены на публичное обсуждение, опубликованы в открытой печати, в том числе в изданиях, рекомендованных ВАК, неоднократно обсуждались на научных мероприятиях разного уровня.

**Дискуссионные положения и замечания по диссертации**

В то же время диссертационной работе Казаченко Н.Н. присущи некоторые спорные моменты.

1. Вызывает сомнение разработка двухкомпонентного полиуретанового покрытия УФ-отверждения на основе только импортных изоцианатсодержащих олигомеров с двойными связями.

2. Не приведены данные о влиянии относительной влажности воздуха на скорость формирования покрытия.

3. Получаемое покрытие состоит из двух компонентов (основа+отвердитель), но в тексте не указан такой важный показатель как жизнеспособность системы.

4. Автором был сделан спорный выбор – в качестве исходного компонента с изоцианатными группами выбран олигомер с меньшей вязкостью. Но снижения вязкости также можно добиться, используя пневматическое распыление с подогревом лакокрасочного материала, чего автор не рассматривает в работе.

При этом указанные недостатки не снижают положительной оценки настоящей диссертационной работы, которая выполнена на высоком профессиональном уровне, и в большей степени носят дискуссионный и рекомендательный характер.

## Заключение

Диссертация Казаченко Натальи Николаевны на тему «Двухкомпонентные полиуретановые покрытия УФ-отверждения для влагозащиты плат» является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на высоком уровне. Диссертация обладает внутренним единством, структура диссертации подчинена решению основной прикладной задачи – разработке высокоэффективного влагозащитного покрытия для печатных плат. Можно констатировать, что все поставленные автором цели и задачи исследования достигнуты, полностью отражены в выводах диссертации.

В работе Казаченко Н.Н. содержится решение задачи, имеющей существенное значение для химической промышленности и производства радиоэлектронной аппаратуры, поскольку в ней приведены научные и практические результаты, представляющие собой новую обоснованную научно-техническую разработку в области технологии полимерных покрытий, в частности для защиты узлов и плат РЭА. Полученные автором результаты и сформулированные выводы обладают новизной, кажутся рецензенту доказанными и обоснованными.

Основные результаты диссертационной работы публично апробированы автором на конференциях различного уровня, опубликованы, что свидетельствует о его личном участии в написании и оформлении результатов, а также о его личном вкладе в науку.

Немаловажным является наличие внедрения авторской разработки на действующем производстве и акта выпуска опытной партии продукции, что свидетельствует о практической реализации полученных автором научных результатов.

Выводы и рекомендации, сформулированные Казаченко Н.Н. в работе, достаточно аргументированы, подтверждены многочисленными экспериментами и согласуются по основным положениям с известными технологическими решениями, при этом содержат принципиально новые предложения, существенно расширяющие возможности изготовления эффективных защитных покрытий заданной функциональности.

Таким образом, работа отвечает критериям Положения о порядке присуждения ученых степеней (ч. II), она представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, в которой изложена научно-обоснованные технологические разработки и решения, имеющие существенное значение для развития страны.

Казаченко Наталья Николаевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.06 – Технология и переработка полимеров и композитов.

Официальный оппонент:
к.т.н. Дринберг Сергей Анатольевич,
ООО «НИПРОИНС», научный консуль
Россия, Санкт-Петербург, Октябрьская наб., 18

Подпись руки Дринберга С.А.
Заверяю зав. канцелярией Юрченко Г.В.