

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

РХТУ.2.6.07 РХТУ им. Д.И. Менделеева  
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № 35/23  
решение диссертационного совета  
от 20 декабря 2023 г. № 6

О присуждении ученой степени кандидата технических наук Алешиной Венера Халитовне, представившей диссертационную работу на тему «Разработка технологического процесса электроосаждения равномерных медных покрытий в отверстиях печатных плат» по научной специальности 2.6.9 Технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

Принята к защите 16 ноября 2023 г., протокол № 5 диссертационным советом РХТУ.2.6.07 РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Состав диссертационного совета утвержден в количестве 15 человек приказом и.о. ректора федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования РХТУ им. Д.И. Менделеева № 317а от «01» ноября 2023 г.

Соискатель Алешина Венера Халитовна 1995 года рождения,  
В 2017 году окончила бакалавриат РХТУ имени Д.И. Менделеева диплом серия 107718 номер 0785016 от 29 июня 2017 г.

В 2019 году окончила магистратуру с отличием РХТУ им. Д.И. Менделеева диплом серия 107718 номер 1137689 от 02 июля 2019 г.

В 2023 году окончила аспирантуру с отличием РХТУ им. Д.И. Менделеева диплом серия 107734 номер 0245636 от 05 июля 2023 г.

Соискатель работает ассистентом на кафедре инновационных материалов и защиты от коррозии, инженером в Учебно-научном центре химической и электрохимической обработки материалов и научным сотрудником в Технологическом отделе РХТУ им. Д.И. Менделеева. Диссертация выполнена на кафедре инновационных материалов и защиты от коррозии в РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Научный руководитель кандидат химических наук, профессор Григорян Неля Сетраковна профессор кафедры Инновационных материалов и защиты от коррозии Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева.

### **Официальные оппоненты:**

- доктор химических наук, профессор Гамбург Юлий Давидович, ФГБУН «ИФХЭ им. А.Н. Фрумкина» РАН, ведущий научный сотрудник;
- доктор химических наук, доцент Ившин Яков Васильевич, кафедра Технологии электрохимических производств ФГБОУ ВО «Казанский государственный национальный исследовательский технологический университет», профессор.
- ведущая организация – ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики имени Н.Л. Духова».

Основные положения и выводы диссертационного исследования в полной мере изложены в 20 научных работах, опубликованных соискателем, в том числе 2 статьи в изданиях, индексируемых в международных базах данных Web of Science и Scopus, 1 статья – в журнале, входящем в перечень ВАК, 16 тезисов докладов – в материалах всероссийских и международных конференций. Результаты работы защищены патентом.



Опубликованные работы посвящены исследованию процесса электроосаждения равномерных медных покрытий в отверстиях печатных плат, а также исследованию механизма действия органических добавок, вводимые в электролит для повышения рассеивающей способности. Недостоверные сведения об опубликованных работах в диссертации отсутствуют.

Наиболее значительные работы:

*В изданиях, индексируемых в международных базах цитирования  
Web of Science и Scopus:*

1. **Aleshina V.Kh.**, Grigoryan N.S., Asnis N.A., Vagramyan T.A. et al. Additives to the electrolyte for copper plating of through-holes in multilayer printed-circuit boards // The International Journal of Corrosion and Scale Inhibition, 2021. Vol. 10. no 4. P. 1661–1676. DOI: 10.17675/2305-6894-2021-10-4-18.
2. **Aleshina V.Kh.**, Grigoryan N.S., Asnis N.A., Abrashov A.A. et al. Effect of organic additives on copper electrodeposition in the manufacture of printed boards // The International Journal of Corrosion and Scale Inhibition, 2023. Vol. 12. no 1. P. 126–144. DOI: 10.17675/2305-6894-2023-12-1-7.

*В периодических изданиях, рекомендованных ВАК РФ:*

1. **Алешина В.Х.**, Григорян Н.С., Абрашов А.А., Аснис Н.А. и др. О механизме действия добавок в сернокислом электролите меднения отверстий печатных плат // Химическая промышленность сегодня, 2023. № 6.

*В материалах тезисов докладов:*

1. **Алешина В.Х.**, Григорян Н.С., Абрашов А.А., Ваграмян Т.А. и др. Импортзамещающая технология металлизации отверстий печатных плат // Успехи в химии и химической технологии (тез. докладов Всероссийской конференции «Защита от коррозии», посвященная 120-летней годовщине РХТУ им. Д.И. Менделеева, 25 октября 2018 г.). – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2018. Том XXXII. № 13. С. 14–16.
2. **Алешина В.Х.**, Григорян Н.С., Ваграмян Т.А., Серов А.Н. и др. Разработка процесса металлизации сквозных отверстий печатных плат // тез. докладов XXI Менделеевского съезда по общей и прикладной химии (9–13 сентября 2019 г.). – Санкт-Петербург, 2019. Т. 3. С. 215.
3. **Алешина В.Х.**, Григорян Н.С., Серов А.Н., Абрашов А.А. и др. Исследование влияния добавок на распределение медного покрытия в отверстиях печатных плат // тез. докладов Международной конференции «Актуальные вопросы электрохимии, экологии и защиты от коррозии», посвященная памяти профессора, заслуженного деятеля науки и техники РФ В.И. Вигдоровича (21–25 октября 2019 г.). – Тамбов: ТГТУ, 2019. С. 317–320.
4. **Алешина В.Х.**, Григорян Н.С., Серов А.Н., Абрашов А.А. и др. Исследование влияния добавок на рассеивающую способность электролита меднения // тез. докладов Международной конференции «Актуальные вопросы электрохимии, экологии и защиты от коррозии», посвященная памяти профессора, заслуженного деятеля науки и техники РФ В.И. Вигдоровича (21–25 октября 2019 г.). – Тамбов: ТГТУ, 2019. С. 384–386.
5. Зорин Р.А., **Алешина В.Х.**, Григорян Н.С., Ваграмян Т.А. Изучение процесса гальванического меднения сквозных отверстий печатных плат // Успехи в химии и химической технологии (тез. докладов Первой конференции обучающихся факультета цифровых технологий и химического инжиниринга, 01–06 июня 2020 г.). – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2020. Том XXXIV. № 3. С. 38–40.
6. **Алешина В.Х.**, Григорян Н.С., Ваграмян Т.А., Зорин Р.А. и др. Электролит меднения сквозных отверстий многослойных печатных плат // тез. докладов XI Международной научной конференции «Современные методы в теоретической и экспериментальной электрохимии» (7–11 сентября 2020 г.). – Плес: Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН, 2020. С. 75.
7. Зорин Р.А., **Алешина В.Х.**, Григорян Н.С., Ваграмян Т.А. Исследование влияния блескообразующих добавок на распределение медного гальванического покрытия в сквозных отверстиях печатных плат // Успехи в химии и химической технологии (тез. докладов XV Международного конгресса молодых ученых по химии и химической технологии «МКХТ-2020»),



- 26–29 октября 2020 г.). – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2020. Том XXXIV. № 6. С. 35–37.
8. Зорин Р.А., **Алешина В.Х.**, Григорян Н.С. Блескообразующие добавки в электролит меднения многослойных печатных плат // тез. докладов II Международной конференции «Фундаментальные и прикладные вопросы электрохимического и химико-каталитического осаждения и защиты металлов и сплавов», памяти чл.-корр. Ю.М. Полукарова (15–16 октября 2020 г.). – М.: ИФХЭ РАН, 2020. С. 53.
9. Хисамутдинова А.А., **Алешина В.Х.**, Григорян Н.С. Ингибирующие и выравнивающие добавки в электролит меднения многослойных печатных плат // тез. докладов II Международной конференции «Фундаментальные и прикладные вопросы электрохимического и химико-каталитического осаждения и защиты металлов и сплавов», памяти чл.-корр. Ю.М. Полукарова (15–16 октября 2020 г.). – М.: ИФХЭ РАН, 2020. С. 66.
10. **Aleshina V.Kh.**, Grigoryan N.S., Zorin R.A., Rotar I.A. Modern copper electrolyte holes for multi-layer printed circuit boards // VII International Scientific Congress Innovations 2021. Vol. 1 (5). Varna, Bulgaria, 2021. P. 86–87.
11. **Алешина В.Х.**, Григорян Н.С., Ротарь И.А. Исследование процесса гальванического меднения отверстий печатных плат // Успехи в химии и химической технологии (тез. докладов Всероссийской конференции «Обработка поверхности и защита от коррозии», посвящённой году науки и технологий в РФ и 100-летию высшего образования в РХТУ им. Д.И. Менделеева, 23 сентября 2021 г.). – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2021. Т. 35. С. 14–15.
12. **Алешина В.Х.**, Григорян Н.С., Смолякова В.И. Электрохимическое меднение в производстве печатных плат // тез. докл. XIII Плесской международной научной конференции «Современные методы в теоретической и экспериментальной электрохимии» (05–09 сентября 2022 г.). – Плес: Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН, 2022. С. 10.
13. Щербакова А.В., **Алешина В.Х.**, Григорян Н.С. Исследование влияния добавок в электролит меднения печатных плат на блеск покрытия // Успехи в химии и химической технологии (тез. докладов XXXVI Международного конгресса молодых ученых по химии и химической технологии «МКХТ-2022», 17 октября 2022 г.). – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2022. Том XXXIV. № 6. С. 46–48.
14. **Алешина В.Х.**, Григорян Н.С., Смолякова В.И. Выравнивающие добавки в электролит меднения печатных плат // Успехи в химии и химической технологии (тез. докладов II Международной научно-практической конференции «Обработка поверхности и защита от коррозии», 20 апреля 2023 г.). – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2023. Том XXXVII. № 2. С. 107–109.
15. Чуднова Т.А., Григорян Н.С., Абрашов А.А., Василенко О.А., **Алешина В.Х.** Аналитический контроль в гальваническом производстве и производстве печатных плат // Успехи в химии и химической технологии (тез. докладов II Международной научно-практической конференции «Обработка поверхности и защита от коррозии», 20 апреля 2023 г.). – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2023. Том XXXVII. № 2. С. 138–140.
16. Щербакова А.В., **Алешина В.Х.**, Григорян Н.С. Исследование сернокислого электролита меднения отверстий печатных плат. Успехи в химии и химической технологии (тез. докладов XXXVII Международного конгресса молодых ученых по химии и химической технологии «МКХТ-2023», 18 октября 2023 г.). – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2023. Том XXXVII. № 11. С. 30–32.

#### *Патенты:*

1. Композиция для электрохимического меднения сквозных отверстий печатных плат: заявка на патент № 2023117503 РФ / **Алешина В.Х.**, Григорян Н.С., Аснис Н.А., Абрашов А.А., Ваграмян Т.А. – заявл. 03.07.2023.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

**От официальных оппонентов:**



Доктор химических наук, профессор **Гамбург Юлий Давидович**, ведущий научный сотрудник ФГБУН «Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина» Российской академии наук.

#### **Вопросы и замечания по работе**

1. В работе практически не прокомментировано влияние скорости вращения электрода на вид хронопотенцио- и хроноамперограмм, хотя эксперименты проводились при различных скоростях вращения дискового электрода. Это относится и к измерениям в угловой ячейке.
2. Данные о рассеивающей способности могут быть признаны лишь относительными до тех пор, пока не приведены конкретные размеры ячейки. Дело в том, что при одинаковом отношении межэлектродных расстояний рассчитанная РС будет разной при разных размерах ячейки, хотя ячейки будут геометрически подобными.
3. Это относится и к данным по выравниваю микроуглублений, так как сравнивались геометрические величины до осаждения и после осаждения слоя определенной толщины. Истинная же величина выравнивания не зависит от толщины осадка.
4. От концентрации полиэтиленгликоля в растворе и его молярной массы зависит предел прочности покрытий, который является критически важной величиной. Следует пожелать диссертанту выполнить в дальнейшем соответствующие измерения.
5. Было бы интересно сопоставить данные об РС с расчетом по наклону поляризационных кривых в сочетании с электропроводностью раствора. К сожалению, автор обсуждает лишь изменения перенапряжения процесса в присутствии добавок, но не изменения поляризуемости. Интересно, кроме того, какова роль поверхностной пленки в нахождении РС, ведь она дает дополнительное электросопротивление.

#### **Общее заключение и оценка представленной диссертационной работы**

Указанные замечания не портят общее положительное впечатление от диссертационной работы и не умаляют её научной и практической ценности.

Диссертация выполнена соискателем самостоятельно и с достаточной полнотой отражает проведённые исследования. Достоверность результатов обоснована и верифицирована.

В целом, диссертация на тему «Разработка технологического процесса электроосаждения равномерных медных покрытий в отверстиях печатных плат» представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, в которой на основе выполненных исследований разработана технология меднения отверстий МПП, удовлетворяющая современным требованиям по равномерности, пластичности и блеску покрытий.

Сделанные замечания являются дискуссионными, не затрагивают сути работы и основных выводов диссертации. Научные выводы диссертационной работы, как и выносимые на защиту положения, достаточно обоснованы. Работа изложена последовательно, сбалансирована в своих основных частях и в целом хорошо оформлена.

Результаты диссертационного исследования представлены в 20 печатных работах, в том числе 2 статьи в изданиях, включенных в международные базы цитирования Scopus и WoS, 1 статья в журнале, рекомендованном ВАК РФ для публикации материалов диссертаций, 1 заявка на патент, 16 материалов и тезисов докладов конференций. Работа прошла хорошую апробацию, ее результаты сообщались на международных и всероссийских конференциях. Автореферат диссертации полностью отражает ее содержание.

Результаты работы могут быть использованы на предприятиях и в организациях, таких как: АО «НИЦЭВТ», АО «РКС», ООО «Резонит», АО «НПК «Элара» имени Г.А. Ильенко», АО НПП Радиосвязь и др.

По актуальности, новизне, достоверности результатов, обоснованности выводов и практической значимости диссертационная работа Алешиной В.Х. соответствует требованиям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», учрежденным приказом ректора № 1523ст от 17.09.2021 г., предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата наук. Содержание работы соответствует



паспорту научной специальности 2.6.9. Технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

Считаю, что Алешина Венера Халитовна **заслуживает** присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.9 – технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

Доктор технических наук, доцент **Ившин Яков Васильевич**, профессор кафедры «Технологии электрохимических производств» ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет».

#### **Вопросы и замечания по работе**

1. Слишком большой объем (80 с.) глав «аналитический обзор литературы» и «методика эксперимента», при этом часто изложены широко известные данные.
2. Встречаются неудачные литературные обороты, например, «методика экспериментов» (с. 75), «хлор-ионов» (с. 89).
3. Не указано, на чем основан выбор параметров напряжения на ячейке (0,5 и 1,0 В) при определении толщины адсорбционных пленок на катоде и при каких гидродинамических условиях проводились измерения.
4. Имеются разночтения в составе «базового электролита». На с. 95 был выбран электролит, содержащий (г/л):  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  100;  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (96 %) 200;  $\text{NaCl}$  0,11. Однако, на с. 97 (рис 3.3-3.6, табл.3.2), используется электролит состава (г/л):  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  60;  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (96 %) 220;  $\text{NaCl}$  0,11. Далее, с. 124 (рис. 3.39, глава 4) – приводится электролит первоначального состава, содержащий, (г/л):  $\text{Cu}^{2+}$  25;  $\text{H}_2\text{SO}_4$  200;  $\text{Cl}^-$  0,070.
5. Не приведены данные о включении органических добавок и продуктов их преобразования в состав покрытия при электролизе.
6. В п. 4.2. «корректировка электролита» не указан объем ванны, в которой проводили осаждение покрытия (по 2 пластины площадью по 1,5 дм<sup>2</sup> каждая, в течение одного часа при  $i_k = 2,0$  А/дм<sup>2</sup>).

#### **Общее заключение и оценка представленной диссертационной работы**

Сделанные замечания являются дискуссионными, не затрагивают сути работы и основных выводов диссертации. Научные выводы диссертационной работы, как и выносимые на защиту положения, достаточно обоснованы. Работа изложена последовательно, сбалансирована в своих основных частях и в целом хорошо оформлена.

Результаты диссертационного исследования представлены в 20 печатных работах, в том числе 2 статьи в изданиях, включенных в международные базы цитирования Scopus и WoS, 1 статья в журнале, рекомендованном ВАК РФ для публикации материалов диссертаций, 1 заявка на патент, 16 материалов и тезисов докладов конференций. Работа прошла хорошую апробацию, ее результаты сообщались на международных и всероссийских конференциях. Автореферат диссертации полностью отражает ее содержание.

Результаты работы могут быть использованы на предприятиях и в организациях, таких как: АО «НИЦЭВТ», АО «РКС», ООО «Резонит», АО «НПК «Элара» имени Г.А. Ильенко», АО НПП Радиосвязь и др.

По актуальности, новизне, достоверности результатов, обоснованности выводов и практической значимости диссертационная работа Алешиной В.Х. **соответствует** требованиям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата наук. Содержание работы соответствует паспорту научной специальности 2.6.9. Технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

Считаю, что Алешина Венера Халитовна **заслуживает** присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.9 – технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

### **Отзыв ведущей организации:**

Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики имени Н.Л. Духова» (ВНИИА).

### **Вопросы и замечания по работе**

1. Не указано количество примесей в осаждаемом медном покрытии.
2. Не приведены данные по изменению концентрации хлорид-ионов в результате электролиза и режимы корректировки по ним.
3. Отсутствует сравнение скорости осаждения покрытий в разработанном электролите и зарубежном аналоге.

### **Общее заключение и оценка представленной диссертационной работы**

Диссертация Алешиной Венеры Халитовны на соискание ученой степени кандидата технических наук представляет собой законченную научно-квалификационную работу. Все положения и выводы диссертации опубликованы в изданиях, включенных в международные базы цитирования Scopus и WoS, а также в журнале, рекомендованном ВАК РФ и доложены на международных и всероссийских конференциях.

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Представленная к защите диссертационная работа Алешиной В.Х. «Разработка технологического процесса электроосаждения равномерных медных покрытий в отверстиях печатных плат» по критериям актуальности, научной новизны и практической значимости **соответствует** требованиям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева», предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор **заслуживает** присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.9. Технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

### **Отзывы на автореферат:**

Кандидат химических наук **Страхов Игорь Сергеевич**, технический директор ООО «Элкон Ритейл»

### **Вопросы и замечания по работе**

В качестве замечаний можно отметить не до конца раскрытый принцип выбора именно ПЭГ, ПШН и ПВС в качестве добавки-ингибитора.

### **Общее заключение и оценка представленной диссертационной работы**

Указанные замечания не снижают общей ценности диссертационной работы и не влияют на главные результаты диссертации.

Замечания носят рекомендательный характер и могут быть учтены автором при подготовке доклада, представляемого к защите.

Представленные в работе исследования достоверны, выводы и рекомендации обоснованы.

Исходя из представленных в автореферате сведений, диссертация написана на высоком научном уровне, **соответствует** требованиям ВАК Минобрнауки России, и соискатель Алешина Венера Халитовна **заслуживает** присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.9 – Технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

Доктор химических наук, профессор **Останина Татьяна Николаевна**, профессор кафедры «Технология электрохимических производств» Химико-технологический институт ФГАОУ ВО Уральский Федеральный Университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина.

### **По содержанию автореферата возник следующий вопрос:**

Каким образом проводили оптимизацию состава электролита и технологических параметров процесса меднения?



### **Общее заключение и оценка представленной диссертационной работы**

Высказанные замечания не носят принципиального характера и не затрагивают существа работы. Основные положения работы в полной мере отражены в публикациях. Диссертация на тему «Разработка технологического процесса электроосаждения равномерных медных покрытий в отверстиях печатных плат» **соответствует** паспорту научной специальности 2.6.9 – Технология электрохимических процессов и защита от коррозии» (технические науки) и удовлетворяет критериям (п. 9) «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 года в действующей редакции.

Считаю, что за разработку научных основ импортозамещающей технологии гальванического меднения, позволяющей получать равномерные, пластичные покрытия в отверстиях многослойных печатных плат, Алешина Венера Халитовна **достойна** присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.9 – технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

Кандидат технических наук, доцент **Сосновская Нина Геннадьевна**, заведующий кафедрой «Технология электрохимических производств» ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет (АнГТУ)»

**В качестве замечания следует отметить**, что диссертантом не приведены данные о включении органических добавок и продуктов их преобразования в состав покрытия при электролизе.

### **Общее заключение и оценка представленной диссертационной работы**

Сделанное замечание носит частный характер и не влияет на общую положительную оценку работы.

В целом автором проведена большая исследовательская работа по изучению процесса электроосаждения медных покрытий в отверстиях печатных плат. На основании изложенного считаю, что работа Алешиной Венеры Халитовны на тему «Разработка технологического процесса электроосаждения равномерных медных покрытий в отверстиях печатных плат» **соответствует** требованиям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, предьявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор Алешина Венера Халитовна **заслуживает** присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.9 Технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

Доктор химических наук **Реформатская Ирина Игоревна**, профессор кафедры процессов горения и экологической безопасности Академии ГПС МЧС России.

### **Вместе с тем по автореферату можно сделать следующие замечания:**

1. Не обоснованы параметры процесса перемешивания электролита (скорость и амплитуда движения штанги перемешивания).
2. Не обоснован выбор ячейки Херинга-Блюма для определения РС электролитов.
3. Сообщается, что применение разработанной технологии позволяет получить мелкокристаллические покрытия, однако размеры кристаллитов не приводится.

### **Общее заключение и оценка представленной диссертационной работы**

Высказанные замечания не снижают научной ценности выполненной работы. Судя по автореферату, диссертационная работа Алешиной Венеры Халитовны **соответствует** требованиям ВАК РФ, предьявляемым к кандидатским диссертациям, а соискатель **заслуживает** ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.9 Технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

Кандидат технических наук **Гиринов Олег Сергеевич**, исполняющий обязанности



начальника производственного управления АО «НИЦЭВТ».

**Замечание по работе:** из литературных источников известно, что наличие небольшого количества ионов железа благоприятно действуют на качество покрытий, получаемых из сернокислого электролита, применяемого в производстве ПП. В работе не исследовано влияние ионов железа на процесс электроосаждения меди.

**Общее заключение и оценка представленной диссертационной работы**

Отмеченное выше замечание не уменьшает значимости полученных научных и практических результатов.

Диссертационная работа Венеры Халитовны Алешиной представляет собой завершённое исследование научно-квалификационного уровня. Безусловно, результаты данного исследования обладают научной и практической значимостью, они подробно описаны в опубликованной литературе и были представлены на международных конференциях. Кроме того, проведены испытания разработанного электролита на действующем производстве, и достоверность изложенных в диссертации результатов не подлежит сомнению. Автореферат отражает основное содержание работы и ее основные выводы.

На основании представленных в диссертации сведений Алешина Венера Халитовна **заслуживает** присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.9 Технология электрохимических процессов и защиты от коррозии.

Кандидат химических наук **Поляков Николай Анатольевич**, заведующий лабораторией «Строения поверхностных слоев» ИФХЭ РАН им. А.Н. Фрумкина.

Выводы, сделанные в работе, обоснованы и не вызывают сомнений. **Однако по автореферату есть следующие вопросы и замечания:**

1. По тексту автореферата характеристики разрабатываемых электролитов меднения и получаемых покрытий сравниваются с зарубежными аналогами, которые описаны в тексте самой диссертации, однако, в тексте автореферата названия зарубежных аналогов преимущественно опущены.

2. В результатах эллипсометрии толщины поверхностных пленок приведены без указания ошибки измерений при достаточной близости полученных значений для различных составов электролитов.

Высказанные вопросы и замечания не снижают научной ценности выполненной работы. Диссертационная работа Алешиной Венеры Халитовны **соответствует** требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а соискатель **заслуживает** ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.9 Технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

Кандидат химических наук **Соболева Ирина Георгиевна**, доцент кафедры химии Липецкого государственного технического университета.

**В целом по содержанию автореферата все задачи исследования решены и поставленная цель достигнута. Замечания отсутствуют.**

**Общее заключение и оценка представленной диссертационной работы**

По актуальности, новизне, научной и практической значимости работа Алешиной Венеры Халитовны **соответствует** специальности 2.6 Химическая технология 2.6.9 Технология электрохимических процессов и защита от коррозии, отвечает требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением № 842 Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года, а ее автор **заслуживает** присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6 Химическая технология 2.6.9 Технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается компетентностью, достижениями в научных исследованиях с близкой тематикой, наличием у оппонентов и



ведущей организации публикаций в рецензируемых журналах и их высоким профессиональным уровнем: Гамбург Ю.Д., д.х.н. (02.00.05), профессор – активно работающий специалист в области электрохимии и защиты металлов; Ившин Я.В., д.х.н. (02.00.05), профессор – активно работающий специалист в области электрохимии и защиты металлов.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

**Разработан** электролит меднения сквозных отверстий МПП, содержащий (г/л):  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  60–120;  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (96%) 180–240;  $\text{NaCl}$  0,06–0,12; полиэтиленгликоль 4000 0,2–1,0; 2-диэтиламино-3,6-диметил-9-фенилфеназоний-7-азо-4'-диметиланилин хлористый или полиэтиленимин 0,003–0,006 и 3-меркапто-1-пропансульфонат натрия 0,003–0,08; позволяющий при катодной плотности тока  $i_k$  1,5–5,5 А/дм<sup>2</sup>,  $t$  20–35°C и перемешивании за счет возвратно-поступательного движения катода получать равномерные по толщине покрытия как внутри отверстий, так и на поверхности МПП, сопоставимые по равномерности, пластичности и блеску с покрытиями, осажденными из зарубежных аналогов.

**Предложены** оригинальные суждения по механизму действия функциональных добавок в электролит меднения многослойных печатных плат.

**Доказана** гипотеза о механизме влияния функциональных добавок в электролите меднения отверстий многослойных печатных плат, согласно которой ускоритель вытесняет за счет конкурентной адсорбции молекулы ингибитора преимущественно в середине отверстий, что способствует равномерности покрытия.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

Экспериментально **установлены** добавки в электролит меднения отверстий многослойных печатных плат, обеспечивающие равномерность по толщине медных покрытий в отверстиях и на поверхности печатных плат: «ингибитор» – полиэтиленгликоль 4000; «выравниватель» – 2-диэтиламино-3,6-диметил-9-фенилфеназоний-7-азо-4'-диметиланилин хлористый или полиэтиленимин ( $M_w$  25000 г/моль, разветвленный); «ускоритель» – 3-меркапто-1-пропансульфонат натрия. Экспериментально подтверждена одна из описанных в литературе гипотез о механизме действия функциональных добавок в электролит меднения отверстий печатных плат.

**Изложены** результаты экспериментов по исследованию влияния состава электролита, режимных параметров процесса на макро- и микрораспределение при осаждении меди в отверстиях МПП.

**Раскрыты** закономерности влияния добавок различных типов на процесс восстановления меди.

**Изучено** влияние различных типов функциональных добавок при отдельном введении в раствор и их различном сочетании в растворе на толщины поверхностных пленок.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:**

**Разработана и внедрена** импортозамещающая технология гальванического меднения сквозных отверстий печатных плат, не уступающая зарубежному аналогу в равномерности по толщине покрытий в отверстиях и на поверхности печатных плат, по блеску и пластичности покрытий, а также стабильности электролита.

Разработан режим корректировки электролита в процессе его эксплуатации. Разработаны концентраты для приготовления и корректировки электролита в ходе его эксплуатации.

Разработанная технология успешно протестирована в цехе печатных плат на АО «НИЦЭВТ»,



получен акт испытаний и рекомендации к внедрению в производство.

Полученные результаты могут быть использованы в производстве ПП в различных отраслях промышленной электроники, а также для развития и совершенствования теории и практики электроосаждения металлов и сплавов.

**Определены** перспективы темы исследования, связанные с использованием полученных результатов для разработки технологии заполнения глухих отверстий МПП.

**Создана** и выпущена сопроводительная научно-техническая документация на разработанный технологический процесс для его внедрения на действующих производствах, в т.ч.: лабораторный регламент на процесс химического и гальванического меднения сквозных отверстий печатных плат (Инв. № ЛР 26.30-082/-2022\_015); технологическая инструкция на применение сернокислого электролита меднения сквозных отверстий печатных плат; технические условия на композиции для гальванического меднения сквозных отверстий печатных плат.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

**для экспериментальных работ** достоверность результатов обусловлена применением современного сертифицированного оборудования с использованием корректно выбранных методик экспериментов и подтверждается воспроизводимостью экспериментальных результатов.

**Теория** построена на известных, проверяемых данных и фактах и не противоречит опубликованными экспериментальным данным по теме диссертации.

**Идеи базируются** на анализе полученных (проверяемых и воспроизводимых) экспериментальных результатов, учитывают имеющиеся в литературе сведения по исследуемой тематике и не противоречат известным закономерностям в области электроосаждения покрытий.

**Использованы** экспериментальные данные и теоретически выкладки, опубликованные в работах отечественных и зарубежных авторов

**Установлено** отсутствие противоречия результатов с литературными данными.

**Использованы** общепринятые методики статистической обработки экспериментальных данных.

**Личный вклад соискателя:**

– Поиск, систематизация и анализ литературы по теме работы, выбор и отработка методик экспериментов.

– Постановка цели и задач работы, планирование и выполнение экспериментов.

– Разработка теоретических положений диссертации, анализ полученных результатов исследования и подготовка публикаций по выполненной диссертации.

– Разработка технологического процесса и сопроводительной научно-технической документации.

На заседании диссертационного совета РХТУ.2.6.07 РХТУ им. Д.И. Менделеева 20.12.2023, принято решение о присуждении ученой степени кандидата технических наук Алешиной Венеры Халитовне.



Присутствовало на заседании \_\_\_\_\_, 14  
количество присутствующих членов совета

В том числе докторов наук по научной специальности, отрасли науки рассматриваемой диссертации 4, в том числе в режиме видеоконференции 2.

При проведении голосования члены диссертационного совета по вопросу присуждения ученой степени проголосовали:

«за» 14,  
«против» 0,  
«воздержались» 0.

Председателя диссертационного совета \_\_\_\_\_ профессор, д.т.н. Ваграмян Т.А.

Ученый секретарь диссертационного совета \_\_\_\_\_ к.т.н. Чуднова Т.А.

Дата «20» декабря 2023 г.

