

II



БАЙКАЛЬСКАЯ ШКОЛА-КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ХИМИИ

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ
II ВСЕРОССИЙСКОЙ ШКОЛЫ-КОНФЕРЕНЦИИ,
ПОСВЯЩЕННОЙ
100-летию Иркутского государственного университета
и 85-летию химического факультета ИГУ



ИРКУТСК
24-28 сентября 2018 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)

Байкальская школа-конференция ПО ХИМИИ

Сборник научных трудов
II Всероссийской школы-конференции,
посвященной 100-летию Иркутского государственного университета
и 85-летию химического факультета ИГУ
БШКХ–2018

24-28 сентября 2018 г.

Иркутск 2018

УДК 54(063)
ББК 24л0

Редакционная коллегия:

И.А. Бабенко, А.В. Кашевский, Б.Н. Баженов, А.И. Вильмс

Байкальская школа-конференция по химии : Сборник научных трудов II Всероссийской школы-конференции, посвященной 100-летию Иркутского государственного университета и 85-летию химического факультета ИГУ БШКХ-2018, 24-28 сентября 2018 г. / ФГБОУ ВО «ИГУ» – Иркутск: Изд-во «Оттиск», 2018. – 158 с.

ISBN 978-5-6041443-8-1

Материалы, представленные в сборнике научных трудов II Всероссийской школы-конференции, отражают результаты научно-исследовательской работы студентов, аспирантов, молодых и ведущих ученых из ВУЗов и научно-исследовательских организаций России по четырем научным направлениям: «Органическая химия», «Химия биологически-активных веществ», «Физическая химия» и «Неорганическая и аналитическая химия».

Предназначены для ознакомления студентов, аспирантов и преподавателей вузов химического, химико-технологического и медицинского профилей, а также научных работников химических институтов с основными достижениями, совершенными в последнее время.

Научные редакторы:

д-р хим. наук, доцент

д-р хим. наук

канд. хим. наук, доцент

канд. хим. наук, доцент

канд. хим. наук, с.н.с.

канд. хим. наук, Ph.D.

канд. хим. наук

канд. хим. наук

Сулов Дмитрий Сергеевич

Семенов Аркадий Алексеевич

Королёва Галина Николаевна

Покатилов Федор Анатольевич

Баженов Борис Николаевич

Кашевский Алексей Валерьевич

Быков Михаил Валерьевич

Вильмс Алексей Иванович

УДК 54(063)

ББК 24л0

ISBN 978-5-6041443-8-1

© ФГБОУ ВО «ИГУ», 2018

СОДЕРЖАНИЕ

Приветственное слово председателя организационного комитета	7
Спонсоры конференции	
АО «Башкирская содовая компания»	8
АО «Фармасинтез»	9
СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ АМИДОВ АРОМАТИЧЕСКИХ И ЖИРНО-АРОМАТИЧЕСКИХ КИСЛОТ, СОДЕРЖАЩИХ КАРКАСНЫЕ ФРАГМЕНТЫ <i>А.А. Вернигора, А.С. Мкртчян, М.Б. Навроцкий, И.А. Новаков, А.С. Яблоков</i>	10
МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ПОЛИПНИКТИДНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ЛАНТАНОИДОВ – НОВЫЙ КЛАСС КООРДИНАЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ f-ЭЛЕМЕНТОВ <i>С.Н. Конченко</i>	11
ПОЛИОКСОМЕТАЛЛАТЫ: КАК ЗАСТАВИТЬ НЕОРГАНИЧЕСКУЮ ХИМИЮ СОПЕРНИЧАТЬ С ОРГАНИЧЕСКОЙ <i>М.Н. Соколов</i>	13
OXIDATION MECHANISM OF THE COPPER CONCENTRATE <i>D. Erdenchimeg, B. Maralmaa, G. Gereltuya</i>	14
Секция 1. Органическая химия	
ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК СИНТЕТИЧЕСКИХ ЦЕОЛИТОВ И УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК НА СЕЛЕКТИВНОСТЬ РЕАКЦИИ ПРИНСА С УЧАСТИЕМ 2-МЕТИЛПРОПЕНА ИЛИ ТРЕТ-БУТАНОЛА <i>Р.И. Валиев, Г.А. Овчинников, В.С. Тухватшин, Р.Ф. Талипов</i>	15
БИСПЕРОКСИДИРОВАНИЕ СТИРОЛОВ <i>О.В. Василькова, М.Ю. Шарипов, И.Д. Карпов, М.Л. Бурдейный, В.В. Колмогорцева, М.Д. Мьшакин, А.О. Терентьев</i>	18
КАТОДНАЯ АКТИВАЦИЯ СИСТЕМЫ H_2S-S_8 В SH-ФУНКЦИОНАЛИЗАЦИИ N-ОКСИДА ПИРИДИНА <i>Н.А. Вахромова, Е.В. Шинкарь, М.А. Сенкевич, Н.Т. Берберова</i>	22
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВЕРХКРИТИЧЕСКИХ ФЛЮИДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССЕ ДИЕНОВОВОГО СИНТЕЗА <i>Г.К. Гаеткулова</i>	25
[Ti]-КАТАЛИЗИРУЕМОЕ $[6\pi+2\pi]$-ЦИКЛОПРИСОЕДИНЕНИЕ 1,2-ДИЕНОВ И АЛКИНОВ К 7-ЗАМЕЩЕННЫМ 1,3,5-ЦИКЛОГЕПТАТРИЕНАМ <i>Г.Н. Кадикова, В.А. Дьяконов, Р.Н. Насретдинов, У.М. Джемилев</i>	28
ПЕРВЫЙ ПРИМЕР СИНТЕЗА ТРАНС-2,9-БИС-(ЦИКЛО)АЛКИЛ-2,3а,7b,9,10а,14b-ГЕКСААЗАПЕРГИДРОДИБЕНЗОТЕТРАЦЕНОВ <i>В.Ю. Кирсанов, И.В. Озден, Р.А. Исмагилов, Е.Б. Рахимова, А.Г. Ибрагимов</i>	31
ПИРОЛИТИЧЕСКАЯ ДЕСТРУКЦИЯ ПРОДУКТОВ КАРАМЕЛИЗАЦИИ D-МАЛЬТОЗЫ <i>О.С. Красноперова, И.С. Черепанов</i>	33
РЕАКЦИЯ 1,3-ДИПОЛЯРНОГО ЦИКЛОПРИСОЕДИНЕНИЯ ДИАЗОМЕТАНА ИЛИ МЕТИЛ-2-АЗИДОАЦЕТАТА К АЛЛЕНОВАТАМ С ДИТЕРПЕНОВЫМ ФРАГМЕНТОМ <i>Р.Н. Маликова, И.М. Сахаутдинов</i>	35
РЕАКЦИИ α,β-НЕНАСЫЩЕННЫХ CF_3-КЕТОНОВ С N,O- И C-НУКЛЕОФИЛАМИ <i>А.Р. Романов, А.Ю. Рулёв</i>	37
КАТАЛИТИЧЕСКОЕ ТИОМЕТИЛИРОВАНИЕ КАРБАМИДОВ С ПОМОЩЬЮ БИС(ДИМЕТИЛАМИНО)МЕТАНА И СЕРОВОДОРОДА <i>Р.Р. Сахибгараева, Р.Р. Хайруллина, А.Г. Ибрагимов</i>	40

НЕОЖИДАННАЯ КИСЛОТНАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ МЕНТЕНОВЫХ СУЛЬФОКСИДОВ В МЕНТАНОВЫЕ СУЛЬФОНЫ	
<i>В.С. Тухватшин, И.В. Вакулин, М.П. Яковлева, Г.Ю. Ишмуратов, Р.И. Валиев, Р.Ф. Талипов</i>	43
ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АМИНОНАФТОХИНОНОВ С НИНГИДРИНОМ	
<i>О.И. Фоминых, Ю.Г. Халыгина, Т.А. Руковец, Т.И. Лаврикова, Л.М. Горностаев</i>	45
ИЗУЧЕНИЕ РЕАКЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ПРОИЗВОДНЫХ 1,2-БИС(4-ПИРИДИНИЛ)ЭТИЛЕНА В РЕАКЦИЯХ ЦИКЛОПРИСОЕДИНЕНИЯ К СТАБИЛЬНЫМ НИТРИЛОКСИДАМ	
<i>К.А. Чудов, К.С. Левченко, А.В. Щегольков, П.С. Шмелин, Е.П. Гребенников</i>	48
МНОГОКОМПОНЕНТНЫЙ ФОРМАТ РЕАКЦИИ КАСТАНЬОЛИ – КУШМАНА	
<i>Е.Г. Чупахин, Д.В. Дарьин, М.Ю. Красавин</i>	50
ТИОЦИАНИРОВАНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ	
<i>М.Ю. Шарипов, М.Л. Бурдейный, И.Д. Карпов, О.В. Василькова, А. М.В. Алексеенко, А.О. Терентьев</i>	53
УЧАСТИЕ ДИ(ТРЕТ-БУТИЛ)ДИСУЛЬФИДА И H₂S В ЭЛЕКТРОСИНТЕЗЕ МОНО-, ДИСУЛЬФИДОВ С АЛИЦИКЛИЧЕСКИМИ И АРОМАТИЧЕСКИМИ ЗАМЕСТИТЕЛЯМИ	
<i>А.В. Швецова, Д.Б. Седики, Е.В. Шинкарь, Н.Т. Берберова</i>	56
СИНТЕЗ БРОМПРОИЗВОДНЫХ П-ТРЕТ-БУТИЛТИАКАЛИКС[4]АРЕНА, ТЕТРАЗАМЕЩЕННЫХ ПО НИЖНЕМУ ОБОДУ АМИДНЫМИ ГРУППАМИ, – ПРЕКУРСОРОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СИСТЕМ ДОСТАВКИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ОСТЕОПОРОЗА	
<i>К.С. Шибаева, И.Э. Шибабиев, Д.Н. Шуртик, И.И. Стойков</i>	59

Секция 2. Химия биологически-активных веществ

СИНТЕЗ И ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПЕНТИЛОВЫХ ЭФИРОВ [4-(ω-ГИДРОКСИАЛКИЛСУЛЬФАМОИЛ)]ФЕНИЛКАРБАМИНОВОЙ КИСЛОТЫ	
<i>М.В. Дуйкова, В.И. Крутиков</i>	62
СИНТЕЗ ГИБРИДНЫХ МОЛЕКУЛ НА ОСНОВЕ ХОЛЕСТЕРИНА И nZ,(n+4)Z-НЕНАСЫЩЕННЫХ ДИКАРБОНОВЫХ КИСЛОТ	
<i>С.Р. Ишмухаметова, Р.А. Туктарова, В.А. Дьяконов, У.М. Джемилев</i>	64
СИНТЕЗ И БИОЛОГИЧЕСКОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ ДИСПИРОИНДОЛИНОНОВ НА ОСНОВЕ 2-АРИЛИДЕН-ГИДАНТОИНОВ КАК НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ ИНГИБИТОРОВ БЕЛОК-БЕЛКОВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ p53-MDM2	
<i>Н.А. Карпов, А.А. Белоглазкина, А.А. Барашкин, Г.А. Котовский, С.Р. Мефедова, А.Г. Мажуга, Е.К. Белоглазкина, Н.В. Зык</i>	66
ПРОИЗВОДНЫЕ ПРИРОДНЫХ ХЛОРИНОВ С ГУАНИДИНОВЫМИ ГРУППИРОВКАМИ	
<i>Н.С. Кишин, П.В. Островерхов, М.А. Грин</i>	68
ВЛИЯНИЕ МЕТАЛЛООРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ РТУТИ И ОЛОВА НА НАКОПЛЕНИЕ ПРОДУКТОВ ХИНОИДНОГО ОКИСЛЕНИЯ АДРЕНАЛИНА В ОПЫТАХ <i>IN VITRO</i>	
<i>Д. Лукина, М.А. Половинкина, М.Н. Коляда</i>	71
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПИРАЗИНОВЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ТРИТЕРПЕНОИДОВ ДАММАРАНОВОГО И ЛУПАНОВОГО ТИПА С СЫВОРОТОЧНЫМ АЛЬБУМИНОМ ЧЕЛОВЕКА	
<i>Н.С. Никифорова, В.В. Шаройко, А.Д. Зорина</i>	73
ВЛИЯНИЕ ДИГИДРОКВЕРЦЕТИНА И ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА АКТИВНОСТЬ КИСЛОЙ ФОСФАТАЗЫ СЕМЯН КУЛЬТУРНОЙ СОИ	
<i>Д.К. Чернышук</i>	77

Секция 3. Физическая химия

КВАНТОВОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ АЦЕТОФЕНОНА, 4-Cl-Ph-ЭТАНОНА И 4-F-Ph-ЭТАНОНА С АЦЕТИЛЕНОМ	
<i>Д.З. Абсалямов, В.Б. Орел</i>	79

АДСОРБЦИЯ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ АЗОПРОИЗВОДНЫХ ПИРОКАТЕХИНА НА ПОВЕРХНОСТИ РУД ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ <i>В.О. Гоголишвили, В.Ю. Гусев</i>	82
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИРОДЫ КАТАЛИТИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В РЕАКЦИИ ХЕКА С АНГИДРИДАМИ АРОМАТИЧЕСКИХ КИСЛОТ В ПРИСУТСТВИИ ФОСФИНСОДЕРЖАЩИХ КАТАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ПАЛЛАДИЯ <i>Н.А. Лагода, Е.В. Ярош, Е.В. Ларина, А.А. Курохтина, А.Ф. Шмидт</i>	85
ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ СО СТРУКТУРОЙ СЛОИСТОГО ПЕРОВСКИТА СОСТАВА $Bi_3A_2Fe_{1+y}Ti_{3-2y}Nb_yO_{15}$ (A=Bi, Yb) <i>А.В. Митрофанова, Е.А. Фортальнова, М.Г. Сафроненко, Е.Д. Политова</i>	88
ОСОБЕННОСТИ ПОВЕДЕНИЯ БИНАРНЫХ И ТРОЙНЫХ СМЕСЕЙ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ОСНОВЕ АЛКИЛПОЛИГЛЮКОЗИДОВ <i>Е.П. Панкова, А.П. Дремук</i>	92
ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ ФЕНИЛАЦЕТИЛЕНА ПОД ДЕЙСТВИЕМ КАТИОННЫХ АЦЕТИЛАЦЕТОНАТНЫХ КОМПЛЕКСОВ ПАЛЛАДИЯ <i>М.В. Пахомова, З.Д. Абрамов, Д.С. Сулов</i>	94
ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ГИДРИРОВАНИЯ АЦЕТИЛЕНОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ПРИСУТСТВИИ ПАЛЛАДИЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ <i>Н.И. Скрипов, Л.Б. Белых, К.Л. Гвоздовская, Т.П. Стеренчук, Ф.К. Шмидт</i>	97
ГИДРИРОВАНИЕ 2-ЭТИЛ-9,10-АНТРАХИНОНА В ПРИСУТСТВИИ Pd-P КАТАЛИЗАТОРОВ <i>Т.П. Стеренчук, С.Б. Санжиева, Н.И. Скрипов, К.Л. Гвоздовская, Л.Б. Белых, Ф.К. Шмидт</i>	99
НОВЫЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ И ПРИРОДЫ АКТИВНОСТИ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСОВ КОБАЛЬТА, НИКЕЛЯ ИЛИ ПАЛЛАДИЯ В РЕАКЦИЯХ ГИДРИРОВАНИЯ И ОЛИГОМЕРИЗАЦИИ <i>Ю.Ю. Титова, Ф.К. Шмидт</i>	101
ИССЛЕДОВАНИЕ ТРЁХКОМПОНЕНТНОЙ РЕАКЦИИ СОЧЕТАНИЯ АРИЛГАЛОГЕНИД - ДИАРИЛАЦЕТИЛЕН - АРИЛБОРНАЯ КИСЛОТА В ПРИСУТСТВИИ «БЕЗЛИГАНДНЫХ» КАТАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ СОЕДИНЕНИЙ ПАЛЛАДИЯ <i>Е.В. Ярош, Е.В. Ларина, Н.А. Лагода, А.А. Курохтина, А.Ф. Шмидт</i>	105
PREDICTING CO₂ AND H₂S SELECTIVITY THROUGH SUPPORTED IONIC LIQUIDS MEMBRANES (SILMs) WITH COSMO-RS <i>A. Mecherghi, A.I Akhmetshina, I.V. Vorotyntsev</i>	109

Секция 4. Неорганической и аналитической химии

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ ВОДНЫХ РАССЛАИВАЮЩИХСЯ СИСТЕМ С АНТИПИРИНОМ (АМИДОПИРИНОМ) И ПРОИЗВОДНЫМИ БЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТЫ <i>Е.Н. Аликина</i>	111
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАРГАНЦА В ОБРАЗЦАХ ДЛЯ КОНТРОЛЯ СОСТАВА ВОДЫ ПРИРОДНОЙ <i>Т.И. Белова, С.Ю. Лоханина, Л.В. Трубачева</i>	115
ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАРБАРИЛА НА УГЛЕРОДСОДЕРЖАЮЩЕМ ЭЛЕКТРОДЕ <i>А.С. Гашевская, Е.В. Дорожко, А.С. Гусар</i>	118
МОДИФИКАЦИЯ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ ЭЛЕКТРОДОВ ЙОДАТНЫМИ СОЛЯМИ АРИЛДИАЗОНИЯ <i>А.О. Гусар, Е.В. Дорожко</i>	120
ДЕРИВАТИЗАЦИЯ КЕТОСТЕРОИДОВ С ВВЕДЕНИЕМ ФИКСИРОВАННОГО ЗАРЯДА ДЛЯ ПОСЛЕДУЮЩЕГО АНАЛИЗА МЕТОДОМ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ МАЛДИ <i>Д.И. Жиляев, В.В. Ильюшенкова, М.Д. Матвеева, С.В. Горяинов</i>	124
НОВЫЙ ДЕРИВАТИЗИРУЮЩИЙ АГЕНТ ДЛЯ АНАЛИЗА КАБОНИЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ МЕТОДОМ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ С ИОНИЗАЦИЕЙ	

ЭЛЕКТРОРАСПЫЛЕНИЕМ <i>В.В. Ильюшенкова, Д.И. Жиляев, М.М. Матвеева, С.В. Горяинов</i>	127
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗОЛОТА В ЭЛЕТРОЛИТЕ ИММЕРСИОННОГО ЗОЛОЧЕНИЯ <i>Т.В. Калабина, Л.В. Трубачева, С.Ю. Лоханина</i>	129
НОВЫЙ ФОТОАКТИВНЫЙ КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИЙ ДЕНДРИМЕР ПЕРВОГО ПОКОЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ТЕТРАВНИЛСИЛАНА И РОДАМИНА 6Ж <i>Е.И. Карпова, П.И. Мусатова, Н.А. Любых, М.В. Тутов</i>	132
ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИОКИСЛИТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ РЯДА ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК МЕТОДОМ СПЕКТРОФОТОМЕТРИИ <i>О.Д. Киреева, Е.В. Булычева</i>	134
КООРДИНАЦИОННЫЕ СОЕДИНЕНИЯ МЕДИ(II) С МЕТИОНИНОМ И ЛИЗИНОМ <i>И.И. Кожухова, Н.Я. Есина, М.Н. Курасова, О.И. Андреева, В.Н. Хрусталева, Р.Д. Светогоров, А.Л. Тригуб</i>	137
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИТАМИНА С В ДЕТСКИХ БАД <i>Л.Н. Лоскутова, Е.В. Булычева</i>	140
АСПЕКТЫ УСТАНОВЛЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НАТИВНЫХ ОБРАЗЦОВ ПОЧВ РАЗЛИЧНОГО ТИПА <i>А.И. Макарова, Л.В. Трубачева, С.Ю. Лоханина</i>	143
ФЛУОРИМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАТУРАЛЬНЫХ И СИНТЕТИЧЕСКИХ ПИЩЕВЫХ КРАСИТЕЛЕЙ <i>А.А. Николаева</i>	146
ПЕРРЕНАТЫ АЗОТИСТЫХ ГЕТЕРОЦИКЛОВ ПУРИНОВОГО РЯДА <i>А.П. Новиков, В.А. Ильин, А.В. Сафонов, К.Э. Герман, М.С. Григорьев, В.Н. Хрусталева</i>	149
РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКИХ ПРИЕМОМ ДЛЯ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ МИКРОПРИМЕСЕЙ АЦЕТОНА В ВОЗДУШНЫХ СРЕДАХ <i>И.А. Платонов, И.Н. Колесниченко, Д.Д. Карапетян</i>	151
ИССЛЕДОВАНИЕ АЦЕТОНОВЫХ РАСТВОРОВ $[H(dmsO)_2]_2[OsX_6]$ (X=Cl, Br) МЕТОДАМИ ЯМР И ЭЛЕКТРОННО-АБСОРБЦИОННОЙ СПЕКТРОСКОПИИ <i>Т.А. Терёшина, Е.В. Доброхотова, Е.К. Култышкина, О.В. Рудницкая</i>	154
АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ	157

УДК 243.2

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗОЛОТА В ЭЛЕКТРОЛИТЕ ИММЕРСИОННОГО ЗОЛОЧЕНИЯ

Т.В. Калабина, Л.В. Трубачева, С.Ю. Лоханина

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Удмуртский государственный университет»,
Россия, 426034, г. Ижевск, ул. Университетская, 1
e-mail: kalabina.95@inbox.ru

Проведена сравнительная характеристика возможностей применения методов гравиметрии и титриметрии при определении содержания золота в электролите иммерсионного золочения. Установлена воспроизводимость полученных результатов.

The comparative characteristics of gravimetry and titrimetry in determining the content of gold in the immersion gold plating electrolyte have been studied. The reproducibility of the results is established.

Золочение печатной платы является финишным этапом нанесения покрытия. Основная функция финишного покрытия – защита поверхности контактных площадок и других открытых элементов печатного рисунка, а также обеспечение качественной пайки электронных компонентов на печатную плату, в течение определенного срока хранения.

Одной из перспективных технологий нанесения золотого покрытия является химическая иммерсия, в литературе [1,2] указывается на ряд преимуществ этого метода:

- 1) толщина покрытия составляет (0.05–0.15) мкм;
- 2) иммерсионное золото является безопасным бессвинцовым покрытием; покрытие мелкокристаллическое и беспористое;
- 3) имеется возможность проводить дополнительное внутрисхемное тестирование;
- 4) создаются идеально плоские, гладкие контактные площадки;
- 5) обеспечивается хорошая паяемость. Это позволяет проводить несколько циклов паяк (в отличие от гальванического осаждения золота);
- 6) материал долговечен (средний срок хранения 1 год), не подвержен ионному загрязнению, не окисляется.

На сегодняшний день часто применяемыми электролитами иммерсионного золочения можно назвать условно бесцианистые. Согласно [3] они подразделяются на три группы в зависимости от кислотности среды: щелочные, нейтральные и кислые. Для соблюдения технологического режима важно поддержание содержания основных компонентов в растворе электролита в рабочем диапазоне. Золото – драгоценный металл, поэтому, согласно ФЗ №41-ФЗ [4], необходимо не только определять содержание золота в растворе, но и вести его строгий учет. В связи с этой целью работы явилось определение содержания золота в цианистом электролите иммерсионного золочения гравиметрическим и титриметрическим методами и проведение их сравнительной характеристики.

Для достижения данной цели необходимо решить ряд задач:

1. Определить содержание золота в электролите гравиметрическим и титриметрическим методами.
2. Сопоставить результаты, полученные двумя методами.

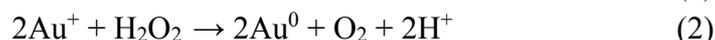
Нами разработана методика измерений, в основу которой положен гравиметрический метод анализа, она аттестована и внесена в Государственный Реестр [5]. Согласно этой методике определение золота состоит из следующих этапов:

- Подготовка электролита: объем электролита, находящийся на производственной линии, доводили до заданного значения с последующим подогревом до оптимального значения с непрерывной фильтрацией.
- Отбор проб и пробоподготовка: точечные пробы отбирали из 3-5 мест на разной глубине ванны золочения. Затем получали объединенную пробу в общей емкости, из которой после перемешивания отбирали требуемый объем лабораторной пробы.
- Разрушение цианидных комплексов золота: пробу электролита обрабатывали смесью концентрированных кислот (азотной х.ч. ГОСТ 701-89 и серной х.ч. ГОСТ 4204-77) и нагревали.

- Восстановление золота: вносили раствор пероксида водорода, после чего отфильтровывали маточный раствор через гладкий обеззоленный фильтр «синяя лента» и осадок промывали горячей дистиллированной водой (50-70) °С.

- Получение гравиметрической формы: фильтры высушивали на воздухе до воздушно-сухого состояния, переносили в фарфоровые тигли и прокаливали при температуре (800 ± 20) °С в течение 1 часа, далее охлаждали в эксикаторе и взвешивали. По массе осадка рассчитывали концентрацию золота в электролите иммерсионного золочения. Пробы анализировали в день отбора.

Реакции восстановления, протекающие в ходе анализа [6]:



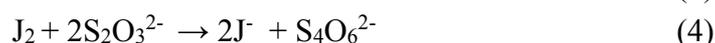
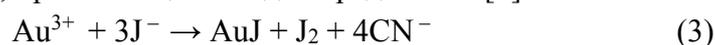
Титриметрическое определение проводится согласно следующему алгоритму:

- Подготовка электролита: объем электролита, находящийся на производственной линии, доводят до заданного значения с последующим подогревом до оптимального значения с непрерывной фильтрацией.

- Отбор проб и пробоподготовка: точечные пробы отбирали из 3-5 мест на разной глубине ванны золочения. Затем получали объединенную пробу в общей емкости, из которой после перемешивания отбирали требуемый объем аликвоты пробы.

- Разрушение цианидных комплексов при нагревании в присутствии соляной (х.ч. ГОСТ 3118-77), а затем азотной (х.ч. ГОСТ 701-89) кислот с последующим йодометрическим определением.

Основные реакции, протекающие в ходе определения [6]:



В ходе эксперимента проведен анализ электролита ванны иммерсионного золочения, определено содержание золота в объекте, находившемся в динамическом режиме. Исследование осуществляли в условиях повторяемости и внутрилабораторной прецизионности, одновременно двумя указанными методами. В ходе реализации методики гравиметрического определения за результат анализа принимали среднее арифметическое из результатов трех параллельных определений, прошедших контроль повторяемости. Для титриметрического метода число параллельных определений равнялось двум.

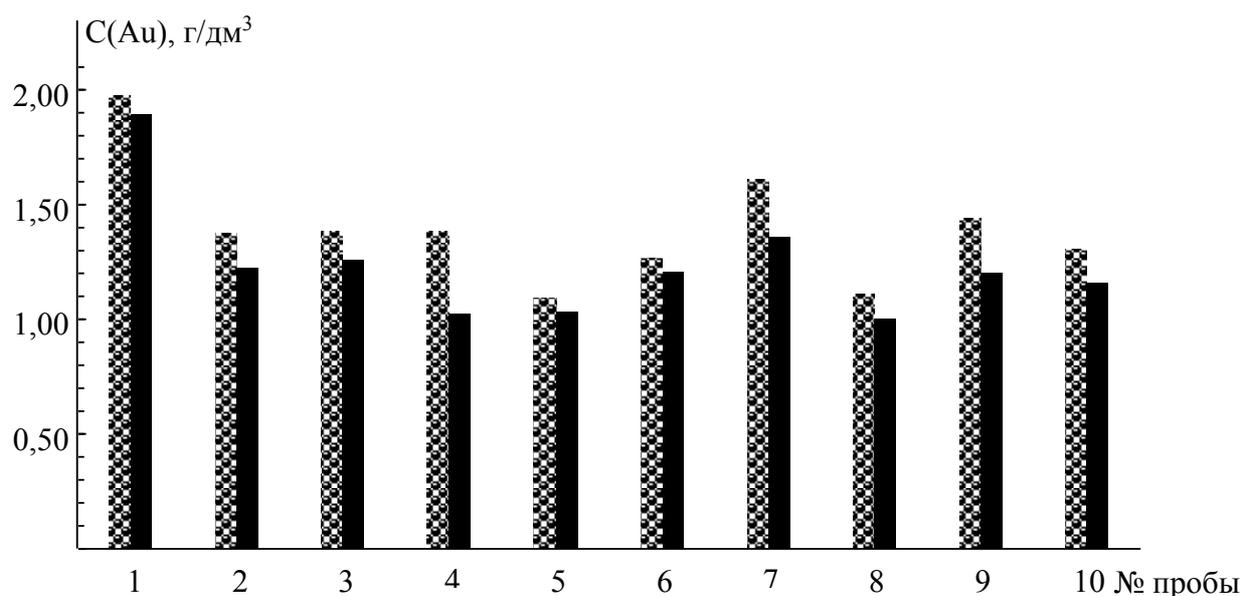


Рис. Сравнение результатов, полученных гравиметрическим (▨) и титриметрическим (■) методами

Для обеспечения технологического режима в ванне необходимо поддерживать содержание золота не менее 1 г/дм³, более высокие концентрации (> 2 г/дм³) экономически нецелесообразны, поэтому содержание золота во всех исследованных пробах электролита находилось в диапазоне от 1 до 2 г/дм³. Для этого диапазона концентраций установлено значение показателя точности (границы относительной погрешности при P=0.95) равное 20%.

На рисунке приведена сравнительная характеристика полученных результатов. Из приведенной диаграммы можно заключить, что значения содержания золота, полученные титриметрическим методом, занижены относительно результатов гравиметрических определений.

За методику сравнения приняли [5], поскольку она аттестована и отвечает всем требованиям, предъявляемым к допускаемым к применению на территории РФ методикам. В ходе проведения эксперимента в подавляющем большинстве случаев (9 из 10), занижение результатов составляет меньше 20%, что является границей допустимой погрешности результатов, полученных в соответствии с нормативным документом на методику измерений [5].

Таблица. Воспроизводимость результатов определения содержания золота, полученных разными методами.

№ пробы	$ C_{\text{грав.}} - C_{\text{титр.}} $, г/дм ³	$\frac{ C_{\text{срав.}} - C_{\text{титр.}} }{C_{\text{срав.}}} \cdot 100\%$
1	0.07	3.6
2	0.15	11
3	0.12	8.7
4	0.36	26
5	0.06	5.5
6	0.06	4.7
7	0.25	16
8	0.11	9.9
9	0.24	17
10	0.15	11

воспроизводимы;

- метод титриметрического определения дает несколько заниженные результаты измерений, которые не превышают границы допустимой погрешности.

Список литературы

1. Медведев А.М. Печатные платы. Требования для поверхностного монтажа / А.М. Медведев // Компоненты и технологии. – 2007. – №10. – С. 166.
2. Ерендеев Ю. Финишные покрытия печатных плат в промышленных технологиях производства современной аппаратуры / Ю. Ерендеев // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. – 2012. – № 7. – С. 167.
3. Вячеславов П.М. Гальванотехника благородных и редких металлов / П.М. Вячеславов, С. Я. Грилихов и др. – Изд-во «Машиностроение», 1970. – 99 с.
4. Федеральный закон от 26 марта 1998 г. № 41-ФЗ "О драгоценных металлах и драгоценных камнях" от 26 марта 1998 № 41-ФЗ (с изм. и доп. от 2 мая 2015)// СЗ РФ. – 1998. ст.10.
5. МИ №88-16207-084-RA.RU.310657-2016 Методика измерений массовых концентраций золота в электролите иммерсионного золочения гравиметрическим методом. 2016. –1с.
6. Бусев И.А. Аналитическая химия золота. / И.А. Бусев, М.В. Иванов. – М.: Наука, 1973. – С. 110-113.