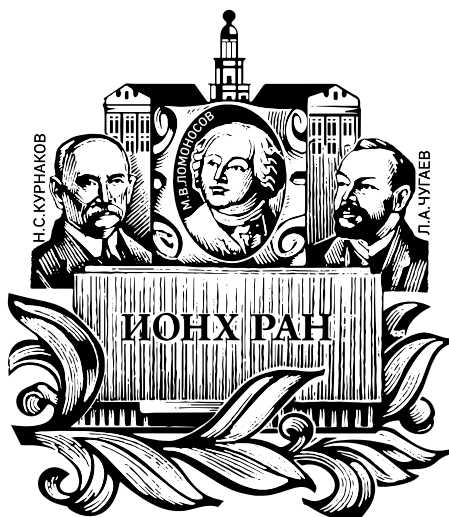


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ
им. Н.С. КУРНАКОВА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК



**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ
ЧЕТВЕРТОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ
«НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ
И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ:
ПОКОЛЕНИЕ NEXT»**

ИОНХ РАН
13 декабря 2023 года

**Четвертая научно-практическая конференция для школьников
«Неорганическая химия и материаловедение:
поколение NEXT»**

Организатор:

ФГБУН Институт общей и неорганической химии
им. Н.С. Курнакова Российской академии наук при поддержке
Института развития профильного обучения ГАОУ ВО
«Московский городской педагогический университет»

Участники:

Учащиеся 8–11 классов города Москвы

Дата проведения:

13 декабря 2023 года

Место проведения:

ИОНХ РАН (Ленинский проспект, 31)

СОДЕРЖАНИЕ

Сергей А.

СИНТЕЗ НОВОГО КОМПЛЕКСА МЕДИ (II)
С НИТРОФУРАЗОНОМ (ФУРАЦИЛИНОМ)5

Дарья А.

ПОЛУЧЕНИЕ ПЛЕНОК
ВОССТАНОВЛЕННОГО ОКСИДА ГРАФЕНА
РАЗЛИЧНЫМИ СПОСОБАМИ7

Леонид Б.

ЛЕГИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ
ДИСПЕРСИОННО-УПРОЧНЕННЫХ
КОБАЛЬТОВЫХ СПЛАВОВ ХРОМОМ
ИЗ ГАЗОВОЙ ФАЗЫ.....9

Екатерина Б.

ИЗУЧЕНИЕ ОСВЕДОМЛЕННОСТИ ШКОЛЬНИЦ
О ТОКСИЧНОСТИ БАЗ И ЛАКОВ ДЛЯ НОГТЕЙ
И ПРОВЕРКА НЕКОТОРЫХ ЗАЯВЛЕННЫХ
ПРОИЗВОДИТЕЛЯМИ СВОЙСТВ.....11

Кристина В.,

Алиса М.

ЗОЛИ С НАНО- $\text{TiO}_2 \cdot \text{NH}_2\text{O}$ И MgSO_4 :
УСТОЙЧИВОСТЬ, ГИДРОЛИЗ И СВОЙСТВА
ПРОДУКТОВ ГИДРОЛИЗА (АНТИПИРЕНОВ).....13

Ярослав Г.

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИИ
ПОЛЯРНЫХ ЖИДКОСТЕЙ ОБРАЗЦАМИ
ОКСИДА ГРАФИТА, СИНТЕЗИРОВАННЫХ
ПО МЕТОДУ БРОДИ16

<i>Аллан Г.</i>	
ВИЗУАЛИЗАЦИЯ МНОЖЕСТВА ОДНОАТОМНЫХ ИЗОЭЛЕКТРОННЫХ ЧАСТИЦ.	19
<i>Анастасия Д.</i>	
ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА ФОСФОР- И КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩЕЙ ГРАФИТОВОЙ ФОЛЬГИ С ПОВЫШЕННОЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТЬЮ	21
<i>Вера Е.</i>	
КОМПЛЕКСЫ ТВ (III) И EU (III) С АНИОНАМИ ТИОФЕНКАРБОНОВОЙ КИСЛОТЫ И ФЕНАНТРОЛИНОМ.	23
<i>Мария Ж., Ангелина К.</i>	
ИЗУЧЕНИЕ ОСВЕДОМЛЕННОСТИ СТАРШЕКЛАССНИКОВ О РИСКАХ ОТРАВЛЕНИЯ СВИНЦОМ В БЫТОВЫХ УСЛОВИЯХ	25
<i>Злата З., Артём К., Мария К.</i>	
КОМПОЗИТЫ НАНОМАГНЕТИТА СО ВСПЕНЕННЫМИ ПОЛИМЕРАМИ	27
<i>Виталий И.</i>	
ЦИТРАТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ СЕРЕБРА (I) С ЦИНКОМ (II): СИНТЕТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ, СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ.	30

Елизавета К.

МЕЖФАЗНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ
ИОНОВ $Ti(IV)$ В СИСТЕМЕ С ГИДРОФОБНЫМ
ГЛУБОКИМ ЭВТЕКТИЧЕСКИМ
РАСТВОРИТЕЛЕМ НА ОСНОВЕ ALIQUAT 33633

Николай К.

ПОЛУЧЕНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ ИМПЛАНТАТОВ
IN SITU КАК ЛЕКАРСТВЕННОЙ ФОРМЫ
ПРОЛОНГИРОВАННОГО ДЕЙСТВИЯ.....35

Фёдор К.

ИЗМЕРЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ
КОЛЛОИДНЫХ ЧАСТИЦ В ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ
МЕТОДОМ УЛЬТРАМИКРОСКОПИИ38

Максим Л.

ЭКСПЕРТИЗА СЕРЕБРЯНЫХ МОНЕТ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ
МЕТОДОВ АНАЛИЗА40

Антонина М.

ВСЯ ТАБЛИЦА МЕНДЕЛЕЕВА В ХИБИНАХ.....43

Арина М.

УСТОЙЧИВАЯ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ В $SrAl_2O_4$ 45

Мария М.,

Лука М.

СИНТЕЗ НОВЫХ КАРБОКСИЛАТНЫХ ЗД,
S-КОМПЛЕКСОВ С ОРТОФЕНИЛЕНДИАМИНОМ,
ИССЛЕДОВАНИЕ СТРОЕНИЯ
И БИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ.....47

*Артемий С.,
Милена М.*

СИНТЕЗ НОВЫХ КАРБОКСИЛАТНЫХ
КОМПЛЕКСОВ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ
С КОФЕИНОМ, ИССЛЕДОВАНИЕ СТРОЕНИЯ
И БИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ 50

Арина Ф.

ПОЛУЧЕНИЕ САМОСОБИРАЮЩЕЙСЯ
МИЦЕЛЛЯРНОЙ ФОРМЫ НА ОСНОВЕ
ГИДРОФОБИЗИРОВАННОЙ ГИАЛУРОНОВОЙ
КИСЛОТЫ, НАГРУЖЕННОЙ ЖЕЛЕЗНЫМИ
НАНОЧАСТИЦАМИ 53

Александр Х.

ПОЛУЧЕНИЕ НАНОЧАСТИЦ ЗОЛОТА
НА ПОВЕРХНОСТИ ОКСИДА ГРАФЕНА 55

Петр Ш.

ЦИТРАТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ СЕРЕБРА (I)
С ЖЕЛЕЗОМ (III): СИНТЕТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ,
СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ 57

Ольга Ш.,

Ульяна Д.

КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ Cu^{2+} И Co^{2+}
С АНИОНАМИ ХЛОРБЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТЫ
И 1,10-ФЕНАНТРОЛИНОМ 60

Анастасия Я.

ГИДРОФОБНЫЙ СОРБЕНТ НА ОСНОВЕ
ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА,
МОДИФИЦИРОВАННОГО СИЛОКСАНОМ 63

СИНТЕЗ НОВОГО КОМПЛЕКСА МЕДИ (II) С НИТРОФУРАЗОНОМ (ФУРАЦИЛИНОМ)

Сергей А. (11 класс)¹

Руководитель работы: к.х.н., с.н.с. Ямбулатов Д.С.²

¹ ГБОУ Школа № 171, 119146, Москва, 2-я Фрунзенская ул., д. 7А,
sergei.andrianov@yahoo.com

² ИОНХ им. Н.С. Курнакова РАН, 119991, Москва, Ленинский
проспект, д. 31

Ключевые слова: нитрофуразон, фурацилин, биологические свойства, медь, амид

Ввиду быстрого возникновения резистентности к лекарственным средствам при терапии туберкулёза, смертность от этого заболевания в мире одна из самых высоких [1], поэтому синтез новых биологически активных веществ является актуальной задачей. Нитрофуразон (действующее вещество Фурацилина) является эффективным противомикробным средством [2].

Гипотеза: комплекс нитрофуразона с медью (II) будет проявлять противомикробную активность.

Основная цель — синтезировать новый комплекс меди (II) с нитрофуразоном, исследовать его строение, биологические свойства.

Для достижения цели мы поставили следующие задачи:

1. Синтезировать комплекс меди (II) с нитрофуразоном, определить его строение;
2. Исследовать противомикробную активность полученного комплекса.

Нами был получен новый комплекс меди с нитрофуразоном (рис. 1), установлены его биологические свойства.

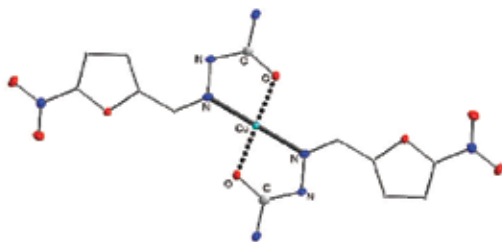


Рис 1. Молекулярная структура вновь синтезированного соединения

Исходя из поставленных задач, мы можем сделать следующие выводы:

1. Синтезирован новый комплексы меди (II) с нитрофуразоном, выращены и выделены его кристаллы, строение изучено с помощью рентгеноструктурного анализа;
2. Определены биологические свойства вновь полученного соединения.

Литература

1. Van Deun A. et al. World Health Organization 2018 treatment guidelines for rifampicin-resistant tuberculosis: uncertainty, potential risks and the way forward. // International journal of antimicrobial agents. Netherlands, 2020. Vol. 55, № 1. P. 105822.
2. Naylor A., Crockett D.J. Primary skin-grafting in the treatment of chronic osteomyelitis // Br. J. Surg. 1972. Vol. 59, № 2. P. 117–125.
3. Yambulatov D.S. et al. Copper(II) Trimethylacetate Complex with Caffeine: Synthesis, Structure, and Biological Activity // Russ. J. Coord. Chem. 2020. Vol. 46, № 11. P. 772–778.

ПОЛУЧЕНИЕ ПЛЕНОК ВОССТАНОВЛЕННОГО ОКСИДА ГРАФЕНА РАЗЛИЧНЫМИ СПОСОБАМИ

Дарья А. (10 класс)¹

Руководитель работы: к.х.н. Иони Ю.В.²

¹ ГБОУ Школа № 1568, 127221, Москва, проезд Шокальского, д. 7, к. 2, 1568@edu.mos.ru

² ИОНХ им. Н.С. Курнакова РАН, 119991, Москва, Ленинский проспект, д. 31

Ключевые слова: оксид графена, восстановленный оксид графена, восстановление, пленки.

Цель: сравнение различных методов восстановления оксида графена.

Задачи: получение дисперсии оксида графена; восстановление оксида графена различными методами; исследование свойств всех полученных образцов.

Гипотеза: способ восстановления оксида графена влияет на его конечную структуру и свойства.

Графен — это монослой атомов углерода, связанных в плоскую кристаллическую решетку [1]. Графен, как самый тонкий и самый прочный материал на Земле, имеет большое количество потенциальных применений для создания оптических устройств, датчиков, сенсоров и так далее. Для получения графена в лаборатории широко используется химическое или термическое восстановление его производного — оксида графена. Однако для отличия от монослойного графена, получаемого физическими методами, в данном случае используют термин «восстановленный

оксид графена» [2]. Структура и свойства восстановленного оксида графена, в зависимости от применяемого метода восстановления, различаются между собой, а также заметно отличаются от структуры и свойств графена.

В настоящей работе сначала мы получили дисперсию оксида графена по модифицированному методу Хаммерса, затем просушили ее на воздухе и получили пленку коричневого цвета. Далее мы восстановили полученный оксид графена тремя различными способами: термическим восстановлением при постоянном давлении; в сверхкритическом изопропанолe; при повышенных температуре и давлении в закрытом автоклаве. Общее время реакций составляло 24 часа.

В результате термического восстановления при постоянном давлении пленка оксида графена разрушается до состояния порошка. Как результат восстановления в сверхкритическом изопропанолe и при повышенных температуре и давлении были получены серые пленки с металлическим блеском. При выдерживании в сверхкритическом изопропанолe пленка получилась достаточно прочная и гибкая, в отличие от пленки, которая выдерживалась без растворителя. Исследование проводимости показало, что пленка восстановленного оксида графена, полученного в сверхкритическом изопропанолe, имеет сопротивление 9 Ом/кв., что в 10 раз ниже сопротивления пленки, восстановленной термически (94 Ом/кв.). Таким образом, можно сделать вывод, что обработка оксида графена в сверхкритическом изопропанолe наиболее эффективный метод восстановления из представленных.

Литература

1. Geim A.K., Novoselov K.S. The rise of graphene // Nature Materials, 2007. V.6. P. 183-191
2. Стандарт ISO/TS80004-13:2017; Nanotechnologies—Vocabulary—Part 13: Graphene and Related Two-Dimensional (2D) Materials. ISO: Geneva, Switzerland, 2017.

ЛЕГИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ДИСПЕРСИОННО-УПРОЧНЕННЫХ КОБАЛЬТОВЫХ СПЛАВОВ ХРОМОМ ИЗ ГАЗОВОЙ ФАЗЫ

Леонид Б. (11 класс)¹

Руководитель работы: к.х.н. Федораев И.И.^{1,2}

¹ ГБОУ Школа № 171, 119270, Москва, 2-я Фрунзенская ул., д. 7А,
l_bakhratov@mail.ru

² МГУ им. М. В. Ломоносова, 119991, Москва, Ленинские горы,
д. 1, стр. 3, химический факультет, ioann.romei@yandex.ru

Ключевые слова: жаростойкие кобальтовые суперсплавы; рентгенофазовый анализ; хром; сканирующая электронная микроскопия; локальный рентгеноспектральный анализ.

Разработка суперсплавов на основе кобальта взамен никелевых представляет собой важную для авиакосмической промышленности проблему [1]. Хотя кобальтовые сплавы менее устойчивы к высокотемпературному окислению на воздухе, особенно в случае легирования их рением [2], в предыдущей нашей работе был описан способ поверхностного легирования однофазных (ГЦК-Co) кобальтовых сплавов хромом из газовой фазы. Однако при переходе к дисперсионно-упрочненным кобальтовым сплавам не до конца исследован процесс взаимодействия поверхностного, насыщенного хромом слоя и двухфазной сетчатой микроструктуры, влияние термической обработки на их адгезию.

Целью данной работы является изучение химических процессов, происходящих при взаимодействии окисленной зоны дисперсионно-упрочненных сплавов на основе кобальта и хрома в газовой фазе.

В ходе предыдущего этапа работы была произведена оценка возможности параллельного восстановления окисленной зоны

парами хрома и поверхностного легирования сплава хромом. Кобальт-ниобий-ренийевые и кобальт-тантал-ренийевые сплавы окислялись в течение 24 часов при 1200 °К. Было установлено, что при совместном отжиге окисленных образцов с избытком хрома при 1375 °К в течение 48 часов содержание хрома на поверхности достигает 65,5 ат. %, что при повторном окислении приводило к образованию защитного слоя оксида хрома (III). В настоящей работе хром из газовой фазы наносили на поверхность дисперсионно-упрочненного сплава, предварительно окисленного при 773 °К в течение 48 часов. Окисленные образцы помещали в вакуумированную ампулу с кусочками хрома и отжигали при 1100 °К в течение 24 часов. Сплавы перед и после окисления, а также после восстановления хромом исследовали методами сканирующей электронной микроскопии и локального рентгеноспектрального анализа на приборе «LEO EVO 50 XVP» (Carl Zeiss), а также методом рентгенофазового анализа на дифрактометре «ДРОН-4».

Установлено, что окисление сплавов на основе ГЦК-кобальта в течение 48 часов приводит к образованию тонкого (менее 10 мкм) слоя CoO , который вследствие восстановления параами хрома в течение 48 часов образует сплошной слой ГЦК-кобальтового твердого раствора с содержанием хрома до 16 ат. %. Адгезия восстановленного слоя в случае однофазных и двухфазных сплавов не отличается.

Литература

1. Reed R. C. The superalloys: fundamentals and applications. — Cambridge university press, 2008.
2. Федораев И.И. и др. Влияние легирования рением, марганцем и хромом на устойчивость к высокотемпературному окислению на воздухе кобальт-ниобиевых и кобальт-танталовых сплавов при 1200 К // В сб. — Екб.: ООО «ДжиЛайм», 2022. — С. 362–364.
3. Федораев И.И. и др. Механизм твердения пересыщенного кобальтового твердого раствора: стадии и условия термической обработки / X Международная научная конференция «Актуальные проблемы физики твердого тела». — Минск, 2023. — С. 379–379.

ИЗУЧЕНИЕ ОСВЕДОМЛЕННОСТИ ШКОЛЬНИЦ О ТОКСИЧНОСТИ БАЗ И ЛАКОВ ДЛЯ НОГТЕЙ И ПРОВЕРКА НЕКОТОРЫХ ЗАЯВЛЕННЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЯМИ СВОЙСТВ

Екатерина Б. (10 класс)¹

Руководитель работы: Барыкин А.Д.¹

¹ ГБОУ Школа № 56 им. академика В.А. Легасова, 121151, Москва,
Кутузовский проспект, д. 22, к. 1, 56@edu.mos.ru

Ключевые слова: база, лак для ногтей, кислотность, токсичность.

Цель: изучить уровень осведомлённости старшеклассниц о токсичности баз и лаков для ногтей.

Задачи:

1. Провести обзор сведений о токсичности баз и лаков для ногтей.
2. Провести социологическое исследование с целью определения уровня осведомленности о вреде лаков среди девушек, делающих маникюр.
3. Провести практическую проверку некоторых заявлений производителей баз для гель-лаков с целью определить, насколько их заявлениям можно верить.

Гипотеза: активно соприкасаясь с маникюрными расходниками, старшеклассницы недостаточно осведомлены об их токсичности.

Актуальность. Лаки для ногтей могут содержать вредные для здоровья химические компоненты: толуол, формальдегид, формальдегидная смола, дибутилфталат, камфора, ксилен, трифенилфосфат и другие. Несмотря на попытки отдельных компаний уйти от этих

компонентов (так называемые «3-free» или «5-free»), большинство коммерчески доступных продуктов все еще содержит вредные вещества [1]. Современные старшеклассницы редко задумываются о вреде и мерах предосторожности при использовании лаков и баз.

Для достижения цели и проверки гипотезы я проводила очные опросы в школе № 56 им. академика В.А. Легасова. С целью сокращения числа нерелевантных ответов первым вопросом стал: «Делаете ли вы маникюр?» Учитывались только ответы участниц, ответивших «Да». При помощи комбинации открытых и закрытых вопросов, а также онлайн-формы мной предпринята попытка оценить уровень понимания респондентами химических процессов отвердевания лака и выделяющихся при этом вредных веществ. Я выделила 5 групп уровней понимания вопроса: нет понимания, поверхностное, среднее, хорошее, отличное.

Я выяснила, что старшеклассницы действительно недостаточно осведомлены о токсичности компонентов гель-лака и базы. У половины из респонденток присутствует лишь поверхностное понимание о химических веществах, входящих в состав и их токсичности. Моя гипотеза подтвердилась. Далее, в ходе измерения свойств баз для гель-лаков, заявленных производителями, при помощи рН-теста НИЛПА было установлено, что с учетом погрешности ($\pm 0,25$) заявления всех производителей о рН-уровне их продукта оказались верными [2].

Литература:

1. Средства по уходу за ногтями [Электронный ресурс] URL: <https://www.fda.gov/cosmetics/cosmetic-products/nail-care-products#:~:text=Formaldehyde%20in%20Nail%20Hardeners%20and%20Nail%20Polishes,-Formaldehyde%20is%20an&text=Using%20these%20nail%20hardeners%20often,allergic%20reactions%20to%20this%20ingredient> (дата обращения 17.11.2023)
2. Аква Меню — Индикатор «НИЛПА® Тест-рН» [Электронный ресурс] URL: <https://aquamenu.ru/produkcija/indikator-nilpa-test-ph>

ЗОЛИ С НАНО- $\text{TiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ И MgSO_4 : УСТОЙЧИВОСТЬ, ГИДРОЛИЗ И СВОЙСТВА ПРОДУКТОВ ГИДРОЛИЗА (АНТИПИРЕНОВ)

Кристина В. (8 класс)¹,
Алиса М. (8 класс)¹

Руководитель работы: Оболенская Л.Н.^{1,2}

¹ ГБОУ Школа № 2065, 108811, г. Московский, 3-й микрорайон,
д. 8, 2065@edu.mos.ru

² ИБХТН РУДН, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 10, к. 2,
stanishevskiy-yam@rudn.ru

Ключевые слова: сульфат титанила-аммония (СТА), гидролиз, TiO_2 , сканирующая зондовая микроскопия (СЗМ), светорассеяние. Сокращение: РЛО — ранцевой лесной огнетушитель.

Цель: изучение влияния состава и предыстории антипиреновых концентратов «нано- $\text{TiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O} + \text{MgSO}_4$ » (отношения реагентов и гидратированности реагента $\text{Mg}(\text{OH})_2$) на их агрегативную и химическую устойчивость и вязкость после разбавления.

Задачи

1. Получить золь титановых кислот из сульфата титанила-аммония (из ФИЦ КНЦ РАН).
2. Выделить фильтрованием наноструктурированный гидроксид магния и методом ТГА определить содержание воды в его образцах до и после высушивания при $\sim 25^\circ\text{C}$.
3. Получить концентраты « $\text{TiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O} + \text{MgSO}_4$ » с различным $n(\text{H}_x\text{TiO}_y) : n(\text{Mg}(\text{OH})_2)$ и влажностью $\text{Mg}(\text{OH})_2$; проследить динамику pH; выбрать образцы, прозрачные спустя 7 сут.
4. Изучить оптические свойства коллоидов по их электронным спектрам поглощения (ЭСП).

5. Изучить микроморфологию частиц методами ДРС (динамическое светорассеяние) и СЗМ.
6. Турбидиметрически изучить образцы и динамику гидролиза $Ti(IV)$ в них при разбавлении.
7. Сопоставить скорость падения капель антипиренов (продуктов разбавления водой золя H_xTiO_y и концентратов $TiO_2 \cdot nH_2O + MgSO_4$) — это ~ лёгкости подачи антипиренов через РЛО.

Гипотеза: варьируя условия получения концентратов для антипиренов, можно управлять скоростью формирования и агрегации TiO_2 в антипиренах, полученных их разбавлением.

Этапы работы. 1. Анализ литературы. 2. Получение H_xTiO_y . 2. Изучение гидратированности нано- $Mg(OH)_2$. 3. Получение концентратов реакцией частичной нейтрализации. 4. Изучение образцов по их ЭСП и методами СЗМ и ДРС. 5. Турбидиметрическое изучение гидролиза при разбавлении концентратов. 6. Изучение скорости падения капель антипиренов (~вязкость).

Результаты

(таблица данных о мутности и скорости падения капель (вязкости) <https://disk.yandex.ru/i/d2voKnVlkiNJ9A>)

1. СТА переходит в золь при отношении «5 г на 0.1 л воды» (~ 60 °C); он мутнеет через 3 сут.
2. По кривым ТГА установлено, что $w(Mg(OH)_2)$ до высушивания 29%, а после (при ст. у.) — 75%; лучшее отношение $n(Mg(OH)_2) : n(СТА) = 3$ (при нём концентраты воспроизводимо прозрачны не менее 2 недель (при ст. у.); среди них золь «St» – из невысушенного $Mg(OH)_2$).
3. Край поглощения в электронном спектре (ЭСП) титанила (без гидролиза) оказался около 280 нм, для золя титановых кислот около 310–315 нм, для концентратов — 360 нм (т. е. появляется нано- TiO_2); в ЭСП продуктов разбавления есть характерный пологий край TiO_2 .

4. Размер частиц в плёнках из золей «St» (СЗМ) ~ 200 нм, а в самих золях (ДРС) — около 4 нм; они практически монодисперсны, а аналоги, полученные с HNO_3 либо H_2SO_4 (в составе раствора TiOSO_4 (Aldrich)), полидисперсны, хотя доля фракции «2–5 нм» велика и в них.
5. По сочетанию данных турбидиметрии и счётчика капель: сильнее всего мутнеет и медленнее всего капает продукт 300-кратного разбавления золя H_xTiO_y , а наименее мутным и вязким остался продукт аналогичного разбавления золя «St», причём хранившегося 7 суток.

Литература

1. Химический факультет МГУ // «Лекция № 5. Протолитические равновесия в растворах солей (гидролиз). <...>» // Электронный ресурс, URL: <https://www.chem.msu.su/rus/teaching/general/zhmurko/lecture05.pdf> // Дата обращения: 11.11.23
2. § 17. Закон разбавления Оствальда // <http://www.alhimik.ru/rastvory/3-17.html> // Электронный ресурс, URL: // <http://www.alhimik.ru/rastvory/3-17.html> // Дата обращения: 11.11.23

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИИ ПОЛЯРНЫХ ЖИДКОСТЕЙ ОБРАЗЦАМИ ОКСИДА ГРАФИТА, СИНТЕЗИРОВАННЫХ ПО МЕТОДУ БРОДИ

Ярослав Г. (11 класс)¹

Руководитель: Каплин А.В.²

¹ ГБОУ «Школа на проспекте Вернадского», 119571, Москва, проспект Вернадского, д. 127, к. 2, yaroslavonepoint@mail.ru

² МГУ им. М. В. Ломоносова, 119991, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 3, химический факультет, alex1997kaplin@mail.ru

Ключевые слова: оксид графита, сорбция, изопиестический метод.

Оксид графита (ГО) — нестехиометрический материал, получаемый путём окисления графита. Применение мембранных материалов на основе ГО позволяет улавливать CO_2 , очищать водород, их используют для очистки воды от мелких органических молекул и неорганических солей. Благодаря наличию полярных кислородсодержащих групп, ГО обладает способностью сольватироваться под действием полярных растворителей при контакте с их парами или погружении в жидкий растворитель. Несмотря на то, что многие свойства ГО были тщательно изучены, сравнительное экспериментальное исследование сорбционных свойств ГО различной степени окисленности ранее не проводили. Цель работы — сравнительное экспериментальное исследование сорбционных свойств порошков ГО разной степени окисленности. В рамках исследования были поставлены такие задачи как получение оксида графита по методу Броди разной степени окисленности (от 1 до 4 окислений) с предварительным синтезом дымящей азотной кислоты, характеристика всех полученных образцов методами РФА и СЭМ, определение насыпной плотности порошков и исследование сорбционных свойств с помощью изопиестического метода.

На первом этапе, по методу Броди была успешно синтезирована серия материалов BGO1 — BGO4, отличающихся числом последовательных стадий окисления хлоратом калия с добавлением дымящейся азотной кислоты. Насыпная плотность образцов уменьшалась с ростом степени окисленности, что свидетельствовало о постепенном расслоении упорядоченной структуры графита. Методом РФА показано отсутствие неорганических примесей для материалов BGO1 — BGO4., а также рефлексов исходного графита для образцов BGO2 — BGO4. Межплоскостное расстояние постепенно увеличивается вплоть до третьего окисления, а после четвёртого окисления практически не изменяется, достигая значений, соответствующих литературным данным [1]. Согласно данным СЭМ, при увеличении степени окисленности уменьшается размер частиц. Если BGO1-BGO3 обладают чётко выраженной графитовой структурой, то BGO4 является более аморфным.

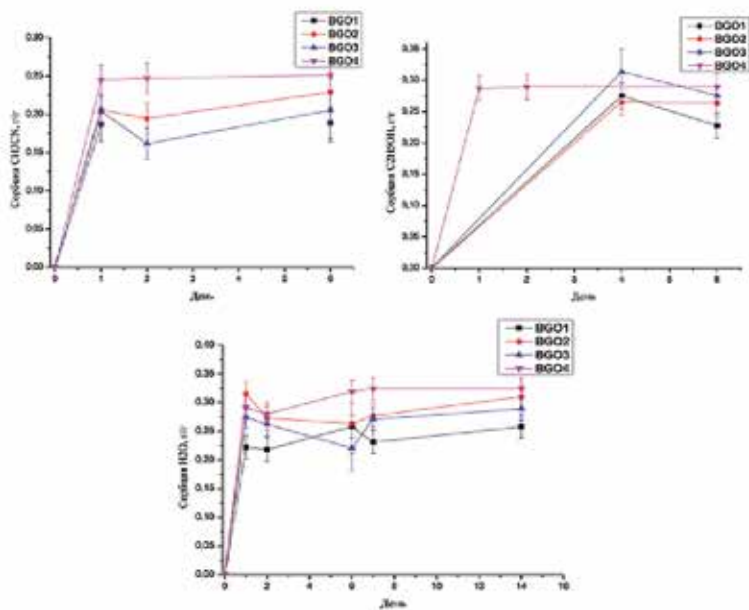


Рис. 1. Сорбция полярных растворителей BGO

Результаты изопиетических экспериментов по сорбции полярных растворителей (рис. 1) указывают на то, что увеличение сорбции CH_3CN , $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ и H_2O при повышении степени окисленности ВГО практически незначительно.

Литература:

1. S. You, S. M. Luzan, T. Szabó, A. V. Talyzin. Effect of synthesis method on solvation and exfoliation of graphite oxide // *Carbon*, 2013. V. 52. P. 171–180.

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ МНОЖЕСТВА ОДНОАТОМНЫХ ИЗОЭЛЕКТРОННЫХ ЧАСТИЦ

Аллан Г. (11 класс)¹

Руководитель работы: Ваймугин Л.А.^{1,2}

¹ МБОУ Лицей «Физико-техническая школа», 249034, г. Обнинск, ул. Осенняя, д. 17, grivtsovag@gmail.com

² ИОНХ им. Н.С. Курнакова РАН, 119991, Москва, Ленинский проспект, д. 31, leonvay@rambler.ru

Ключевые слова: степени окисления, инфографика, изоэлектронные частицы.

В настоящее время накопление и хранение больших объемов химической информации значительно влияют на науки о материалах и жизни, а также на естественнонаучное образование. Для обеспечения качественной работы современной химической лаборатории нужно улучшать не только ее материальное, но и информационное оснащение. При наглядном раскрытии общих понятий в курсе химии имеет место использование доступных электронных справочных материалов. Поэтому сбор и визуализация однотипной химической информации актуальны как в научном, так и образовательном планах.

Работа посвящена поиску и визуализации соответствия между числом электронов в электронной подсистеме и протонов в ядерной подсистеме атомоподобных частиц, то есть созданию инфографики, отражающей разнообразие одноатомных изоэлектронных частиц. С использованием степеней окисления в данной инфографике как ключевого понятия становится возможным проверить серию следствий из периодического закона.

В работе рассматривались значения степеней окисления для разных элементов. Для составления инфографики, отображающей

множество степеней окисления химических элементов, использовались данные о заряде ядра соответствующего элемента и о количестве электронов, так как разнообразие степеней окисления для элемента напрямую зависит от его возможности принимать и отдавать электроны, то есть менять их количество. По значению заряда ядра и по количеству электронов определяли значение степени окисления элемента, проявляемую в данном состоянии, а при помощи различных источников (например, учебные пособия и научные работы по химии) подтверждали существование данной частицы в каком-либо соединении.

Полученную в работе визуализацию можно использовать в качестве исследовательской и учебной инфографики, полезной в материаловедении (при систематизации результатов многочисленных экспериментов [1] или отображения областей составов, описываемых теоретическими моделями [2]) и образовательном процессе (при раскрытии понятия «степень окисления» на продвинутом уровне).

Литература

1. Устинова М.И. Разработка перспективных материалов для солнечных батарей на основе замещения Pb^{2+} в комплексных галогенидах свинца катионами других металлов / Диссертация кан. хим. наук. — Черноголовка. 2023. 225 с.
2. Привень А.И. Основы расчета концентрационно-температурно-временных зависимостей свойств оксидных стеклообразующих веществ в широкой области составов и температур / Диссертация док. тех. наук. — Санкт-Петербург. 2002. 476 с.

ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА ФОСФОР- И КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩЕЙ ГРАФИТОВОЙ ФОЛЬГИ С ПОВЫШЕННОЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТЬЮ

Анастасия Д. (10 класс)¹

Руководитель: Кусайло Г.Г.¹

Научные консультанты: к.х.н. Иванов А.В.², доцент Максимова Н.В.²

¹ ФГКОУ МКК ПВ МО РФ, 125284, Москва, ул. Поликарпова, д. 21, bliznetcovagala@mail.ru

² МГУ им. М.В. Ломоносова, 119991, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 3, химический факультет, key700@mail.ru

Графитовая фольга (ГФ) — материал, который получают путем прессования терморасширенного графита, продукта термообработки окисленного графита. ГФ используется в качестве уплотнительного материала, который применяется в тепловой, ядерной энергетике, нефтехимии, машиностроении. В инертной атмосфере ГФ имеет термическую устойчивость до 3000 °С, однако на воздухе графитовая фольга окисляется при температуре выше 450 °С. Для расширения областей применения необходимо увеличить температуру окисления графитовой фольги. Наиболее простым способом является модификация ГФ различными антиокислительными добавками, среди которых наиболее эффективными являются добавки на основе кремния и фосфора.

Цель работы — получение фосфор- и кремнийсодержащей графитовой фольги, обладающей высокой устойчивостью к окислению кислородом воздуха.

Было предложено два способа модификации ГФ: этилсиликатом и фосфорной кислотой. Для модификации этилсиликатом ГФ пропитывалась в растворе этилсиликата в изопропиловом спирте, после чего высушивалась при температуре 300 °С. В результате

на поверхности ГФ образовывалось защитное покрытие на основе оксида кремния, которое повышало устойчивость ГФ к окислению.

При модификации фосфорной кислотой, брался окисленный графит и пропитывался в водном растворе фосфорной кислоты, после чего высушивался на воздухе. Пропитанный окисленный графит термообработывался при 900 °С с образованием терморасширенного графита, который прессовался в графитовую фольгу. При термообработке фосфорная кислота на поверхности окисленного графита образует полифосфорные кислоты, которые формируют защитную пленку на поверхности частиц терморасширенного графита. Таким образом, введение фосфорной кислоты также приводило к увеличению стойкости к окислению.

Модифицированная графитовая фольга при обжиге в течение 50 минут при 700 °С потеряла в 2,5 раза меньше массы, чем необработанная графитовая фольга.

Литература

1. Сорокина Н. Е., Лешин В. С., Максимова Н. В. и др. Технология получения терморасширенного графита и графитовой фольги. Методическое руководство. М. 2007. 47 с.
2. Уббелоде А.Р., Льюис Ф.А. Графит и его кристаллические соединения. М.: Мир, 1960. 256 с.

КОМПЛЕКСЫ ТЬ (III) И ЕU (III) С АНИОНАМИ ТИОФЕНКАРБОНОВОЙ КИСЛОТЫ И ФЕНАНТРОЛИНОМ

Вера Е. (11 класс)¹

Научный руководитель: к.х.н. Уварова М.А.²

¹ ГБОУ Школа № 1553 им. В.И. Вернадского, Москва, Дербеневская ул., д. 13, 1553@edu.mos.ru.

² ИОНХ им. Н.С. Курнакова РАН, 119991, Москва, Ленинский проспект, д. 31, igic.ras.ru.

Ключевые слова: лантаноиды, карбоксилаты, кристаллическая структура, ИК-спектроскопия, люминофоры

Координационные соединения лантаноидов обладают уникальными фотофизическими свойствами, а также находят свое применение в качестве люминофоров для биовизуализации [1]. Получение новых соединений лантаноидов с выраженными биологическими и фотолюминесцентными свойствами является актуальным направлением.

Целью работы является получение комплексов ТЬ (III) и ЕU (III) с анионами тиофенкарбонической кислоты (HtpH) и фенантролином (Phen) и определение их состава и строения.

Для достижения целей были поставлены задачи.

1. Синтез комплексов тербия и европия путем обменной реакции ацетатов с тиофенкарбонической кислотой с последующим добавлением фенантролина
2. Выделение комплексов в монокристаллическом виде для рентгеноструктурного анализа
3. Характеризация полученных соединений методами РСА, ИК-спектроскопии и элементного анализа.

Обнаружено, что при взаимодействии ацетатов $Tb(OAc)_3 \cdot 3H_2O$ и $Eu(OAc)_3 \cdot 3H_2O$ с избытком тиофенкарбоновой кислоты и фенантролином в этаноле происходит неполный ионный обмен с образованием комплексов состава $[Tb_2(Phen)_2(tph)_4(OAc)_2]$ (1) и $[Eu_2(Phen)_2(tph)_4(OAc)_2]$ (2) (рис. 1). По данным РСА 1 и 2 изоструктурны и представляют собой биядерные комплексы, в которых два иона лантаноида связаны четырьмя мостиковыми карбоксилат-анионами – 2 ацетат- и 2 тиофенкарбоксилат-анионами. Еще два тиофенкарбоксилата и два фенантролина координированы атомами металла хелатно, достраивая координационное число лантаноида до 9. Состав и строение комплексов подтверждены элементным анализом и ИК-спектроскопией.

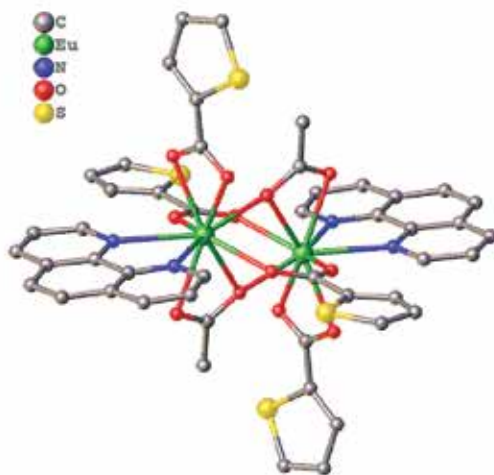


Рис. 1. Кристаллическая структура комплекса 2

Литература

1. Jean-Claude G. Bünzli // Journal of Luminescence, 170, (2016) P. 866
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jlumin.2015.07.033>

ИЗУЧЕНИЕ ОСВЕДОМЛЕННОСТИ СТАРШЕКЛАССНИКОВ О РИСКАХ ОТРАВЛЕНИЯ СВИНЦОМ В БЫТОВЫХ УСЛОВИЯХ

Мария Ж. (10 класс)¹,
Ангелина К. (10 класс)¹

Руководитель: Барыкин А.Д.¹

¹ Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение города Москвы «Школа № 56 им. академика В.А. Легасова», 121151, Москва, Кутузовский проспект, д. 22, корп. 1, 56@edu.mos.ru

Ключевые слова: свинец, сатурнизм, социологический опрос.

Цель: изучить уровень осведомленности старшеклассников о рисках отравления свинцом.

Задачи

1. Провести обзор имеющихся сведений о токсичности свинца, способах, которыми можно получить отравления, последствиях отравления свинцом.
2. Провести социологическое исследование среди старшеклассников Школы № 56 им. академика В.А. Легасова с целью выяснения уровня осведомленности о проблеме отравления свинцом.
3. Предпринять шаги для повышения уровня осведомленности: провести открытые уроки, подготовить дизайн информационного буклета для школьников.

Гипотеза: несмотря на серьезность проблемы отравления свинцом, уровень осведомленности о ней среди старшеклассников остается низким.

Отравление свинцом (сатурнизм) является одним из главных вызовов в области охраны общественного здоровья. Свинец поражает множество систем организма, включая мозг, почки, печень и кости. Свинец содержится в разнообразных материалах и предметах ежедневного быта: аккумуляторах, художественных и автомобильных красках, водопроводных трубах, детских игрушках, старой керамической посуде, косметике. Эти материалы, хоть и не отравляют человека, при использовании по назначению, несут большую опасность при неверном применении [1].

Для достижения цели мы провели опрос в очном формате, основной целью стало выяснение уровня осведомленности респондента о токсичности свинца и путях его получения. С целью получения более объективных результатов, задавались открытые («Какие токсичные тяжелые металлы вы знаете?») и закрытые («Знаете ли вы об отравлении свинцом?») вопросы.

Мы выяснили, что осведомленность старшеклассников о свинцовом отравлении очень низкая (менее 30% по результатам закрытых вопросов, около 10% по результатам открытых). Гипотеза, к сожалению, подтвердилась. Мы решили попробовать исправить эту ситуацию и провести открытие уроки в младших классах, а также разработать информационный буклет, который планируем распространять среди учеников своей школы. В настоящий момент мы провели 2 открытых урока, а буклет находится на стадии верстки.

Литература

1. Отравление свинцом. Всемирная организация здравоохранения — Информационные бюллетени [Электронный ресурс] URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health> (дата обращения 17.11.2023)

КОМПОЗИТЫ НАНОМАГНЕТИТА СО ВСПЕНЕННЫМИ ПОЛИМЕРАМИ

Злата З. (8 класс)¹,
Артём К. (8 класс)¹,
Мария К. (8 класс)¹

Руководитель работы: Оболенская Л.Н.^{1,2}

¹ ГБОУ Школа № 2065, 108811, г. Московский, 3-й микрорайон,
д. 8, 2065@edu.mos.ru

² ИБХТН РУДН, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 10, к. 2,
stanishevskiy-yam@rudn.ru

Ключевые слова: магнетит, пенополиуретан (ППУ), пенополиэтилен (ППЭ), сканирующая зондовая микроскопия (СЗМ), АОРs (современные окислительные процессы [водоочистка]).

Цель: изучение влияния параметров получения композитов вспененных полиуретана и полиэтилена (ППУ и ППЭ, соответственно) с нано- Fe_3O_4 на содержание и дисперсность Fe_3O_4 в продуктах, их термостойкость, магнитные и каталитические свойства.

Задачи

1. Получить нано- Fe_3O_4 в порах ППУ и ППЭ гомогенным осаждением [2], варьируя условия.
2. По массам полимеров до и после обработки рассчитать n инкорпорированного магнетита.
3. Изучить микроморфологию магнетита сканирующей зондовой микроскопией (СЗМ).
4. Изучить термостойкость продуктов термогравиметрическим анализом (ТГА; в токе Ar).

5. Измерить расстояние, при котором притяжение образцов к магниту становится достаточным для преодоления действующей на них силы тяжести.
6. Начать изучение деструкции кристаллвиолета в процессе Фентона с ППУ и ППУ- Fe_3O_4 .

Гипотеза: если оптимизировать условия синтеза нано- Fe_3O_4 в матрице вспененных полимеров, то можно будет вводить в водоёмы нанооксидные агенты фотокаталитической очистки в виде «плотиков», которые будет легко собрать магнитом после использования.

Этапы: 1. Литературный поиск. 2. Синтез и стабилизация Fe_3O_4 «отдельно» и в матрице ППУ либо ППЭ. 3. Изучение Fe_3O_4 методом СЗМ. 4. ТГА образцов. 5. Испытание магнитовосприимчивости образцов. 5. Оценка пероксидазоподобной активности ППУ- Fe_3O_4 .

Метод синтеза — «гомогенного осаждения», методы изучения — СЗМ, ТГА, испытания на LEGO-установке с Nd магнитом и распечаткой линейки, фотометрия растворов кристаллвиолета до и после процесса Фентона (в присутствии ППУ- Fe_3O_4 либо только ППУ).

Результаты

Массы и данные о магнитовосприимчивости (МВ)

1. Эффективность инкорпорирования Fe_3O_4 в ППУ возрастает в ряду «способов погружения ППУ»: пассивное → фиксация на мешальнике (по нормали к потоку массопереноса) → фиксация на дне → «вшиванием» Nd магнита между слоями ППУ — далее образец «Nd».
2. При фиксации ППУ (10 мм) на оси изменение длины с 6.3 до 19 см не меняет эффективность внедрения Fe_3O_4 (0.43 моль / 100 г); магнитовосприимчивость при «средней длине полоски» —

наименьшая. Схожие данные для квадратов с S 0.48–1.94 дм^2 (ППУ, 10 мм).

3. При замене ППУ на ППЭ эффективность внедрения Fe_3O_4 ↓ в 330 раз, а МВ — всего в 1.8–2.2 раза.
4. При замене $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ на $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ содержание Fe_3O_4 почти не меняется, а МВ ↓ в 2.2–2.5 раз.
5. Размер частиц Fe_3O_4 (СЗМ) при сильном перемешивании (с большой скоростью либо при усилении массопереноса самими ППУ на оси) — 150–200 нм, а при слабом в ~ 2.7 раз больше.
6. Введение цитрат-ионов ($n = n(\text{Fe}(\text{II}, \text{III}))$) уменьшило размер (готовых!) частиц Fe_3O_4 вдвое.
7. При нагревании до 600 °С (5 °/мин; Ar) продукт внедрения Fe_3O_4 , интенсифицированного магнитом, потерял \sim вдвое бóльший % массы (63%), чем другие образцы и смесь ППУ + Fe_3O_4 .
8. Для образца «Nd» (после «вшивки магнита» при синтезе) притяжение к магниту становится достаточным для преодоления гравитации на расстоянии 3.6 см (это max из всех).
9. В присутствии образца «Nd» кристаллвиолет обесцветился пероксидом водорода на $\sim 2/3$ (в процессе Фентона), а в случае чистого ППУ (большого размера) изменений почти нет.

Литература

1. Щербаков А. Б., Иванов В. К. // Изд-во Моск. ун-та, Москва. 2019. С. 117, 118.
2. Chu S. et al. // Journal of Industrial and Engineering Chemistry. 2023 V. 128 PP. 559–568
3. Mohammadi A., Varikani M., Barmar M. // Polymer Bulletin. — 2015. Т. 72. С. 219–234.
4. Зонненшайн М. Ф. Полиуретаны // СПб.: Профессия. — 2018.

ЦИТРАТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ СЕРЕБРА (I) С ЦИНКОМ (II): СИНТЕТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ, СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ

Виталий И. (9 класс)¹

Руководитель работы: д.х.н. Луценко И.А.²

Научные консультанты: Баравиков Д.Е.², Долгушин Ф.М.²

¹ ГБОУ «Школа № 1533 «ЛИТ», 119296, Москва, Ломоносовский проспект, д. 16, ivanov.vitalii@lit1533.ru

² ИОНХ им. Н.С. Курнакова РАН, 119991, Москва, Ленинский проспект, д. 31

Ключевые слова: серебро (I), цинк (II), полимерные координационные соединения, лимонная кислота, синтез, структура, биологическая активность.

Цель: разработка методов синтеза цитратных гетерометаллических координационных соединений Ag(I)–Zn(II) с антимикобактериальной активностью.

Задачи

1. Разработать синтетические подходы к комплексообразованию в системе [M–An–L] (M = Zn²⁺, Ag⁺; An = анион лимонной кислоты (Citr), L — 4,4'-(этан-1,2-диил)дипиридин(dpe), 4,4'-бипиридин (bpy)) и подобрать их эффективное сочетание.
2. Изучить спектральные характеристики новых комплексов методом ИК-спектроскопии.
3. Вырастить монокристаллы комплексов для установления структуры методом рентгеноструктурного анализа (РСА).
4. Подготовить образцы к биологическим испытаниям.

Гипотеза: наличие в составе соединения биогенного катиона цинка и катиона серебра с потенциальной биологической активностью предполагает улучшение биоэффективности против штамма микобактерии.

Методы: ИК-спектроскопия, РСА, дисковый метод определения активности соединений против микобактериального штамма *Mycolicibacterium smegmatis*.

Создание новых более активных, менее токсичных (селективных) лекарственных средств мультитаргетной направленности является одной из значимых задач химии, биологии и медицины. В этом аспекте использование координационных соединений может стать альтернативным способом решения данной проблемы. Известно, что металлы (Fe, Pt, Co, Zn, Cu, Au и др.), входящие в состав лекарственных препаратов (ауранофин, ферроплекс, феррохин, цисплатин) являются эффективными для лечения различных заболеваний как вызванных внутренними патологическими процессами организма (рак, анемии), так и обусловленные внешними воздействиями (например, туберкулез, бактериальные инфекции).

Одним из таких металлов является серебро, которое обладает широким спектром антибактериальной активности, но в индивидуальном состоянии токсичен для живых клеток. В то время как координационно связанное серебро обладает заметно меньшей токсичностью. Наилучший результат достигается при использовании лигандов, например, карбоновых кислот с биологически активными фрагментами (лимонная кислота, фуран и т. д.) и N-донорных оснований (аммиак, пиридин, фенантролин и т. д.). Введение биогенного металла цинка, входящего в состав множества ферментов, способно повысить биодоступность и эффективность гетерогенных комплексов. Нами были синтезированы новые гетерометаллические соединения $\{Ag-Zn\}$ с лимонной

кислотой и бру / дре, структуры которых установлены методом РСА — $[AgL]_4[Zn(citr)_2]$ (L = бру (1) и дре (2)). Для обсуждаемых комплексов была определена биологическая активность в отношении непатогенного штамма *M. smegmatis*. Оба комплекса показали эффективность соизмеримую с препаратами первого ряда лечения туберкулеза.

МЕЖФАЗНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ИОНОВ Ti (IV) В СИСТЕМЕ С ГИДРОФОБНЫМ ГЛУБОКИМ ЭВТЕКТИЧЕСКИМ РАСТВОРИТЕЛЕМ НА ОСНОВЕ ALIQUAT 336

Елизавета К. (10 класс)¹

Руководитель работы: Заходяева Ю.А.²

Научный консультант: Кожевникова А.В.²

¹ ГБОУ «Школа на Юго-Востоке им. Маршала В.И. Чуйкова»,
111033, Москва, Таможенный проезд, д. 4, 1303@schuv.ru

² ИОНХ им. Н.С. Курнакова РАН, 119991, Москва, Ленинский
проспект, д. 31, info@igic.ras.ru

Ключевые слова: ионы титана (IV), гидрофобный глубокий эвтектический растворитель, экстракция, литий-ионные аккумуляторы, литий-титанатный анод

По оценкам, до 2030 года будет выброшено более 11 млн. тонн отработанных литий-ионных аккумуляторов (ЛИА), из которых на сегодняшний день перерабатывается менее 5% [1]. При этом ЛИА материалы катода могут содержать большое количество ценных элементов, таких как Co, Ni, Mn, Li и пр., а набирающий популярность анодный материал, $Li_4Ti_5O_{12}$, содержит в своем составе порядка 37% Ti. По этой причине ЛИА соответствуют вторичным ресурсам и требуют переработки. Гидрометаллургические методы являются наиболее привлекательными и представляют собой выщелачивание с последующим экстракционным разделением. Наиболее перспективными экстрагентами на сегодняшний день являются гидрофобные глубокие эвтектические растворители, имеющие такие преимущества, как простота приготовления, возможность варьировать физико-химические свойства и селективность.

Целью данной работы было изучение экстракционного извлечения ионов титана (IV) с помощью глубокого эвтектического растворителя на основе Aliquat 336, являющегося перспективным промышленным экстрагентом [2]. В ходе работы были изучены зависимости степени извлечения титана от концентрации HCl, времени контакта фаз и от объемного соотношения фаз. Водная фаза, содержащая титан и HCl, контактировала с фазой экстрагента в ротационном шейкере, после чего фазы разделялись, а концентрация ионов титана (IV) в водной фазе определялась с помощью спектрофотометрического метода. Концентрация титана в фазе экстрагента рассчитывалась по материальному балансу.

Было показано, что данный гидрофобный глубокий эвтектический растворитель является перспективным экстрагентом для выделения ионов титана (IV) из солянокислых растворов выщелачивания.

Литература

1. Garole D. J. et al. Recycle, Recover and Repurpose Strategy of Spent Li-ion Batteries and Catalysts: Current Status and Future Opportunities. ChemSusChem. 2020
2. Kozhevnikova A.V. et al. Application of Hydrophobic Deep Eutectic Solvents in Extraction of Metals from Real Solutions Obtained by Leaching Cathodes from End-of-Life Li-Ion Batteries. Processes 2022, 10, 2671.

ПОЛУЧЕНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ ИМПЛАНТАТОВ *in situ* КАК ЛЕКАРСТВЕННОЙ ФОРМЫ ПРОЛОНГИРОВАННОГО ДЕЙСТВИЯ

Николай К. (10 класс)¹

Руководитель работы: Сероваткина Н.И.¹

Научный консультант: Ульянова Ю.В.²

¹ ГБОУ «Школа № 1574», 125047, Москва, 1-я Миусская ул., д. 4,
nkornovyan@mail.ru

² РХТУ им. Д.И. Менделеева, 125047, Москва, Миусская площадь,
д. 9, стр. 1

В последние годы активно растет интерес к разработке и получению лекарственных форм с пролонгированным высвобождением лекарственных веществ (ЛВ) для лечения наиболее значимых и распространенных в мире заболеваний.

Привычные способы введения лекарственных препаратов, имеют существенные недостатки, связанные с низкой биодоступностью, что требует повышения доз или кратности дозирования для достижения терапевтического эффекта.

С помощью депо-форм возможно контролировать скорость высвобождения ЛВ, поддерживая необходимую концентрацию в крови, снизив при этом дозу вводимого вещества. Такие системы доставки вводятся, как правило, с помощью инъекций внутримышечно, минуя желудочно-кишечный тракт и воздействие ферментов, следовательно, оказывают более продолжительное действие.

Целью нашей работы было получение депо-формы на основе полимеров Purasorb PDLG 5004A и Resomer® RG 502H с Родамином 123 в качестве модели лекарственного вещества и изучение их свойств в различных средах.

Исследованы флюориметрически два вида имплантатов на основе двух полимеров: PLGA 5004A и Resomer® RG 502H.

Для этого смоделированы системы: буферный раствор, агарозный гель и буферный раствор. Построены профили высвобождения ЛВ.

Имплантант 5004Н в буферном растворе быстрее насыщает систему ЛВ, концентрация высвобожденного ЛВ из 5004Н на 10% выше, чем из 502Н, следовательно может быть использован для создания высокой концентрации ЛВ в организме.

Но при этом 502Н создает большую концентрацию лекарственного вещества в системе с агарозным гелем. При этом время достижения максимальной концентрации в агарозном геле в 4 раза выше, чем в буферном растворе для каждого имплантанта, что не удивительно. Это связано со сложностью выхода ЛВ из агарозного геля. Эффективная форма работы всех имплантантов во всех системах, составляет ~ 95 часов и не зависит от вида системы и имплантанта.

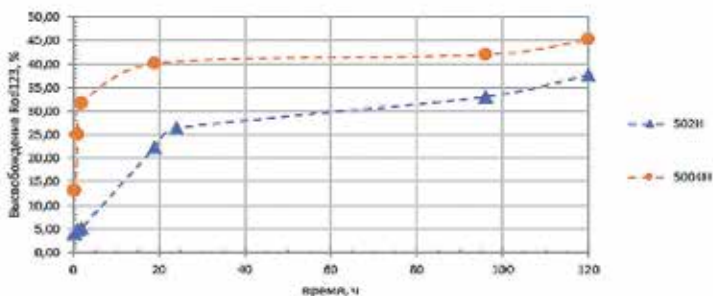


Рис. 1. Профили высвобождения родамина 123 из имплантантов, сформированных из сополимеров молочной и гликолевой кислот PDLG 5004A и RG 502H осаждением в агарозный гель

Данные имплантанты можно использовать в медицине для пролонгированного высвобождения ЛВ, позволяют снизить дозу и кратность использования ЛВ, тем самым улучшать качество жизни.

Литература

1. Сысуев Б.Б., Плетнева И.В. Современное состояние исследований разработок в области инновационных лекарственных форм и их модификаций // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. — 2014. — №. 4 (52). — С. 7–12.
2. Zhang X. et al. Effect of polymer permeability and solvent removal rate on in situ forming implants: drug burst release and microstructure // *Pharmaceutics*. — 2019. — Т. 11. — №. 10. — С. 520.
3. Joiner J. B. et al. Effects of drug physicochemical properties on in-situ forming implant polymer degradation and drug release kinetics // *Pharmaceutics*. — 2022. — Т. 14. — №. 6. — С. 1188.
4. Pandya A. et al. Polymeric in situ forming depots for long-acting drug delivery systems // *Advanced Drug Delivery Reviews*. — 2023. — С. 115003.

ИЗМЕРЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ КОЛЛОИДНЫХ ЧАСТИЦ В ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ МЕТОДОМ УЛЬТРАМИКРОСКОПИИ

Фёдор К. (7 класс)¹

Руководитель работы: Курьяков В.Н.²

¹ Школа № 1534 «Академическая», 117036, Москва, ул. Кедрова, д. 11, 1534@edu.mos.ru

² Институт проблем нефти и газа РАН, 119333, Москва, ул. Губкина, д. 3, Vladimir.kuryakov@ipng.ru

Ключевые слова: наночастицы, ультрамикроскопия, вода, загрязнение, бактерии

Увидеть наночастицы не так уж просто. Многие оптические методы неприменимы для наблюдения наночастиц из-за ограничений, связанных с дифракционным пределом. Минимальный дифракционный предел определяется формулой $d_{\min} = \lambda/(2n)$, где λ — длина электромагнитной волны в вакууме, n — показатель преломления среды.

Однако в начале прошлого века Рихард Зигмонди изобрел целевой ультрамикроскоп. Метод ультрамикроскопии позволяет визуализировать наночастицы в жидкости в поле зрения оптического микроскопа при помощи специального метода освещения узким лучом, перпендикулярным оптической оси наблюдения. При этом в поле зрения видны не сами наночастицы, а рассеяние от них, что позволяет избежать ограничений, связанных с дифракционным пределом. За изобретение ультрамикроскопа и исследования этим методом Рихард Зигмонди был удостоен Нобелевской премии по химии в 1925 году.

Вода — ценнейший и жизненно важный ресурс для человечества. Контроль качества воды очень важен, особенно это касается

питьевой воды. Поэтому разработка новых и усовершенствование старых методик контроля загрязнения воды — всегда будет актуальной задачей исследований. Детектирование наноразмерных механических примесей с низкой концентрацией в воде не простая задача. Имеющиеся приборы (счетчики частиц) имеют нижний предел детектирования 0,5–1 мкм.

В данной работе поставлена задача познакомиться с методом ультрамикроскопии, освоить методику проведения измерений численной концентрации наночастиц в жидких средах данным методом на приборе NP Counter (ООО НП Вижн, Россия) и провести серию экспериментов по оценке загрязнения наноразмерными механическими примесями питьевой и технической (канализационной) воды. Объектами исследования были образцы водопроводной воды из-под крана с разных этажей и корпусов школы, что позволит оценить качество водопроводных труб в школе. Также проведены исследования образцов питьевой воды из кулеров, установленных в школе. Для питьевой воды из кулеров было исследовано изменение концентрации механических примесей от времени для оценки ресурса фильтров в данном оборудовании.

Литература

1. Описание метода ультрамикроскопии: [сайт]. URL: <http://npcounter.ru/> (дата обращения: 01.10.2023)

ЭКСПЕРТИЗА СЕРЕБРЯНЫХ МОНЕТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА

Максим Л. (10 класс)¹

Руководитель работы: к.х.н. Федораев И.И.^{1,2}

¹ ГБОУ Школа № 171, 119270, Москва, 2-я Фрунзенская ул., д. 7А,
maksimmluts2000@gmail.com

² МГУ им. М. В. Ломоносова, 119991, Москва, Ленинские горы, д. 1,
стр. 3, химический факультет, ioann.romei@yandex.ru

Ключевые слова: сплавы серебра; фазовые диаграммы; сканирующая электронная микроскопия; локальный рентгеноспектральный анализ; рентгенофазовый анализ.

В настоящее время наблюдается повышенный интерес к коллекционированию монет, в том числе серебряных, как зарубежных, так и монет Российской Империи [1] и СССР. Однако, на рынке коллекционных монет велика вероятность обнаружения поддельных денежных знаков, выдаваемых за оригинальные, несмотря на высокий спрос и на коллекционные копии. Чаще всего для экспертизы таких монет применяют органолептические методы анализа, взвешивание, определение признаков литья, световую микроскопию. Большое значение имеет также рентгеноспектральный анализ. Тем не менее для грамотной оценки подлинности монет с использованием методов количественного анализа, необходимо знание диаграмм фазовых равновесий и процессов, происходящих при охлаждении сплава.

Целью данной работы является разработка путей экспертизы коллекционных серебряных монет с использованием физико-химических методов анализа.

В ходе работы были проанализированы несколько разновидностей серебряных монет, как приобретенных в интернет-магазинах, так и заимствованных из частных коллекций. Монеты были исследованы методами растровой электронной микроскопии [2] и локального рентгеноспектрального анализа на приборе «LEO EVO 50 XVP» (Carl Zeiss). Структуру одной из монет, оказавшуюся поддельной, определяли методом рентгенофазового анализа на дифрактометре «ДРОН-4». Для того же образца были изучены состав и микроструктура поперечного среза. Поскольку в данной работе фигурировали в основном монеты 500 пробы, в качестве экспериментального образца был синтезирован серебряно-медный сплав, содержащий 53,9 ат. % серебра, принадлежащий к той же двухфазной области, что и изученные монеты [3]. Сплав получали в вакуумированной кварцевой ампуле в трубчатой печи электросопротивления, далее из жидкого состояния охлаждали в течение 30 с, после чего ампулу с образцом закаливали в воде. Таким образом предполагалось воссоздать скорость охлаждения оригинальных монет перед чеканкой [4].

Установлено, что часть исследованных монет были выполнены из серебра гораздо более высокой пробы, нежели оригинальные. В отдельных случаях подлинные монеты были снаружи покрыты серебром 925 пробы, что свидетельствует о попытке выдать монеты с высоким износом за монеты хорошей сохранности. Микроструктура синтезированного образца соответствует эвтектике, его состав и микроструктура совпадают с таковыми основы искусственно посеребренных монет, что указывает на использование в качестве «сырья» в данном процессе подлинных монет неудовлетворительной сохранности.

Литература

1. Уздеников В.В., Янин В.Л. Монеты России: 1700–1917. — Финансы и статистика, 1985.

2. Калмыков К. Б., Дмитриева Н. Е. Сканирующая электронная микроскопия и рентгеноспектральный анализ неорганических материалов // Москва. — 2017. — С. 54.
3. Thaddeus V. M. Binary alloy phase diagrams second edition //Materials Park Ohio. — 1990. — С. 2705–2708.
4. Шелехов Б. Как делают деньги // Черноморская Копейка. — Новороссийск, 1915.

ВСЯ ТАБЛИЦА МЕНДЕЛЕЕВА В ХИБИНАХ

Антонина М. (11 класс)¹

Руководитель работы: Куликова Т.Н.¹

¹ ГБОУ Школа № 285 им. В.А. Молодцова, 127081, Ясный проезд, д. 21, 285@edu.mos.ru

Ключевые слова: минералы, А.Е. Ферсман, Хибины, «Фосагро»

Цель работы: исследовать минералогию в Хибинах и ее дальнейшие перспективы развития в данном регионе.

Задачи работы: изучить зарождение геохимии в пределах Хибинских тундр в 1920-х годах, которое проводил академик А.Е. Ферсман, посетить этот регион и увидеть развитие минералогии в Хибинах, изучить образцы минералов, присутствующих в этих горах, сделать вывод о развитии и перспективах минералогии.

Гипотеза: предполагаем, что при исследовании Хибин в 1920-х годах было обнаружено огромное количество различных минералов, которые и по сей день добываются в этих горах и активно используются в химической промышленности.

Хибины — это низкие горы, расположенные на севере России в Мурманской области. В них на протяжении более 100 лет находят различные минералы (около 600 видов), такие как ортоклаз, галенит, флюорит, сфалерит и другие. Исследование геохимии региона начал в 1920-х годах академик А.Е. Ферсман. Именно он обнаружил в горах альбит, астрофиллит, нефелин, апатит и другие минералы. На сегодняшний день благодаря исследованиям А.Е. Ферсмана геохимия в Хибинах получила огромное развитие, имеющее колоссальную важность для нашей страны. Крупней-

шее производство в этом регионе — компания «Фосагро». Она владеет на территории Хибин тремя рудниками. Продукция «Фосагро», такая как аммиачная селитра, серная и фосфорная кислоты, фосфорные удобрения, транспортируется далеко за пределы экономического района. Два раза — 09.04–15.04 2023 г. и 18.08–26.08 2023 г. — я посещала Хибин в составе группы Школы Юнг при Географическом факультете МГУ и изучала минералы региона, деятельность А.Е. Ферсмана и развитие геохимии и добычи минералогических продуктов в этих горах. В своей работе предлагаем рассмотреть образцы минералов и их состав, добывающихся в Хибинах.

Результаты

Исследования А.Е. Ферсмана в 1920-х годах положили начало развитию геохимии в Хибинах. Благодаря им на данный момент в регионе происходит добыча минералов и развивается промышленность. Развитие геохимии Хибин имеет перспективы, в горах найдено около 600 видов минералов, которые можно использовать в производстве, но не стоит забывать, что минералы, к сожалению, исчерпаемые невозобновимые природные ресурсы.

Литература

1. Ферсман А.Е. Путешествие за камнем. М.: RUGRAM_Пальмира, 2022. С.127-178
2. Минералы Хибин. [Электронный ресурс] URL: <https://nordstoyn.ru/minerals-hibin?ysclid=lovsu6pn7k970275670&start=40> (дата обращения 9.11.2023)
3. Минералы. [Электронный ресурс] URL: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.do_apps.catalog_69 (дата обращения 9.11.2023)

УСТОЙЧИВАЯ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ В SrAl_2O_4

Арина М. (10 класс)¹

Руководитель работы: Харченко А.В.^{1,2}

¹ ГБОУ Школа № 171, 119146, Москва, 2-я Фрунзенская ул, д. 7А, sch171@mail.ru

² МГУ им. М. В. Ломоносова, 119991, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 3, химический факультет

Ключевые слова: люминесценция, рентгенофазовый анализ, фотолюминесцентная спектроскопия.

Цель: получение люминесцентных материалов на основе SrAl_2O_4 с легирующими добавками Eu и Dy.

Задачи: рассмотреть неорганические люминофоры, проявляющие фосфоресценцию; синтезировать фазу SrAl_2O_4 разными методами; изучить полученные материалы с помощью рентгенофазового анализа и фотолюминесцентной спектроскопии.

Гипотеза: для фосфоресценции необходимо восстановление Eu^{+3} до Eu^{+2} .

Люминесцентные материалы испускают свет после поглощения энергии от источника. Их классифицируют по химическому составу (органические, неорганические) и способу возбуждения (фото-, электро-, термолюминесцирующие и др.) [1]. Разные области применения требуют получения светящихся белков, комплексных соединений, полупроводников, либо устойчивых неорганических люминофоров. В нашей работе мы выбрали самый востребованный неорганический люминофор с продолжительной люминесценцией SrAl_2O_4 , активированный Eu и Dy.

Синтезировали алюминат стронция двумя способами. В первом случае использовали оксид алюминия и карбонат стронция, во втором — нитраты. Европий и диспрозий служат активаторами люминесценции, а их количества на два порядка меньше количеств стронция и алюминия и рассчитаны в соответствии с формулой $\text{Sr}_{1-x-y}\text{Eu}_x\text{Dy}_y\text{Al}_2\text{O}_4$ ($x = 0,02$, $y = 0,01$). Нам потребовалось использовать два отжига. Сначала проводили высокотемпературный отжиг при 1400°C , в результате которого формировалась фаза алюмината стронция. После выполняли восстановительный отжиг в токе водорода при 600°C , при этом европий менял степень окисления из +3 на +2.

Нами доказано образование фазы SrAl_2O_4 , для чего задействовали метод рентгенофазового анализа. А появление зеленой люминесценции после восстановительного отжига позволило утверждать о получении Eu^{+2} в составе нашего соединения. Мы также сопоставили результаты двух подходов к синтезу, выяснили, что получение люминофора нитратным способом приводит к более яркому свечению.

Литература

1. Rocio E. R.-H., Marcos F.R., Rodriguez M.A., Fernandez J. F. // *Renew. and Sust. En. Rew.* 2018. V. 81. P. 2759–2770.

СИНТЕЗ НОВЫХ КАРБОКСИЛАТНЫХ Zd , s-КОМПЛЕКСОВ С ОРТОФЕНИЛЕНДИАМИНОМ, ИССЛЕДОВАНИЕ СТРОЕНИЯ И БИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

Мария М. (10 класс)¹,
Лука М. (10 класс)¹

Руководители: к.х.н., с.н.с. Ямбулатов Д.С.², Шабалин В.Г.¹

¹ ГБОУ Школа № 1502, 111555, Москва, ул. Молостовых, д. 10А,
morozovams2007@gmail.com

² ИОНХ им. Н.С. Курнакова РАН, 119991, Москва, Ленинский
проспект, д. 31

Ключевые слова: ортофенилендиамин, карбоксилаты, биологические свойства.

В настоящее время для лечения туберкулёза применяют препараты, содержащие три действующих вещества (стрептомицин, изониазид, рифампицин). Эффективность этих веществ низка из-за быстро возникающего привыкания [1,2], поэтому синтез новых биологически активных веществ является актуальной задачей.

Гипотеза: карбоксилатные комплексы переходных металлов с ортофенилендиамином будут проявлять противомикробную активность.

Основная цель — синтезировать новые комплексы переходных металлов с ортофенилендиамином, исследовать их строение, биологические свойства.

Для достижения цели мы поставили следующие задачи:

1. Синтезировать исходные соли переходных металлов (триметиллацетаты и ацетаты);
2. Синтезировать комплексы переходных металлов с ортофенилендиамином, определить их строение;

3. Исследовать противомикробную активность полученных комплексов.

Решая поставленные задачи, нами были синтезированы карбоксилаты цинка, были получены новые комплексы переходных металлов с ортофенилендиамином (рис. 1), установлены их биологические свойства.

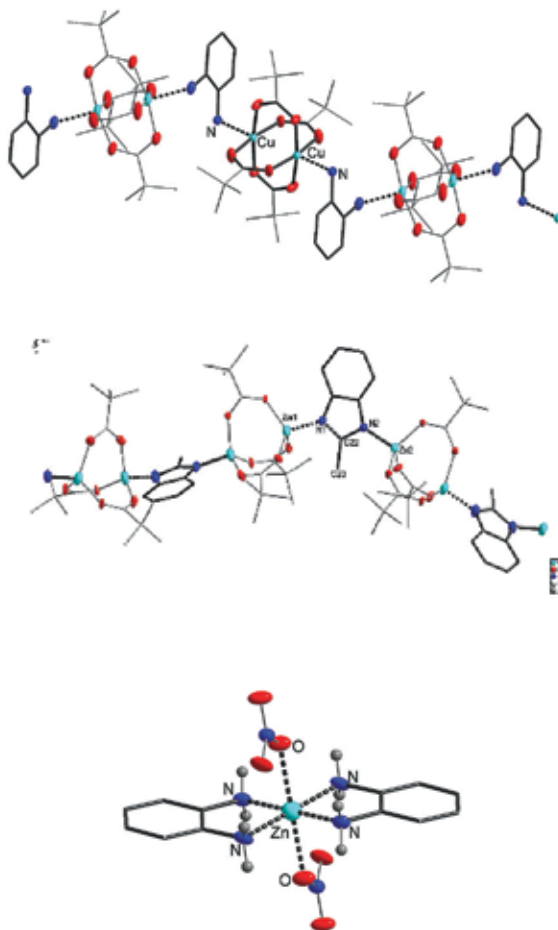


Рисунок 1. Молекулярные структуры некоторых полученных соединений.

Исходя из поставленных задач, мы можем сделать следующие выводы:

1. Синтезированы безводные пивалаты цинка, меди, лития, калия, натрия;
2. Синтезированы новые комплексы переходных металлов с ортофенилендиамином выделены их кристаллы, строение изучено с помощью рентгеноструктурного анализа;
3. Определены биологические свойства вновь полученных соединений, превышающие по своей активности противомикробные свойства действующих противотуберкулёзных препаратов.

Литература

1. Van Deun A. et al. World Health Organization 2018 // International journal of antimicrobial agents. Netherlands, 2020. Vol. 55, № 1. P. 105822.
2. Kranzer K. et al. // Am. J. Respir. Crit. Care Med. American Thoracic Society — AJRCCM, 2019. Vol. 200, № 4. P. 514–515.

СИНТЕЗ НОВЫХ КАРБОКСИЛАТНЫХ КОМПЛЕКСОВ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ С КОФЕИНОМ, ИССЛЕДОВАНИЕ СТРОЕНИЯ И БИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

Артемий С. (10 класс)¹,
Милена М. (10 класс)¹

Руководители: к.х.н., с.н.с. Ямбулатов Д.С.², Домнинская Т.В.¹

¹ ГБОУ Школа № 1541, 119415, Москва, проспект Вернадского, д. 55, otvinn@ro.ru

² ИОНХ им. Н.С. Курнакова РАН, 119991, Москва, Ленинский проспект, д. 31

Ключевые слова: кофеин, карбоксилаты, биологические свойства

Эффективность применяемых в терапии туберкулёза веществ низка из-за быстро возникающего привыкания [1]levofloxacin (or тоxifloxacin, поэтому синтез новых биологически активных веществ является актуальной задачей. Было доказано, что пивалатный комплекс меди с кофеином проявляет биологическую активность против *M. Smegmatis* [2].

Гипотеза: пивалатные комплексы кобальта(II) и никеля с кофеином будут проявлять противомикробную активность

Основная цель — синтезировать новые комплексы кобальта(II) и никеля с кофеином, исследовать их строение, биологические свойства. Для достижения цели мы поставили следующие задачи:

1. Синтезировать исходные соли переходных металлов (триметилацетаты)
2. Синтезировать комплексы переходных металлов с кофеином, определить их строение;

3. Исследовать противомикробную активность полученных комплексов.

Решая поставленные задачи, нами были получены новые комплексы переходных металлов с кофеином (рис. 1), установлены их биологические свойства.

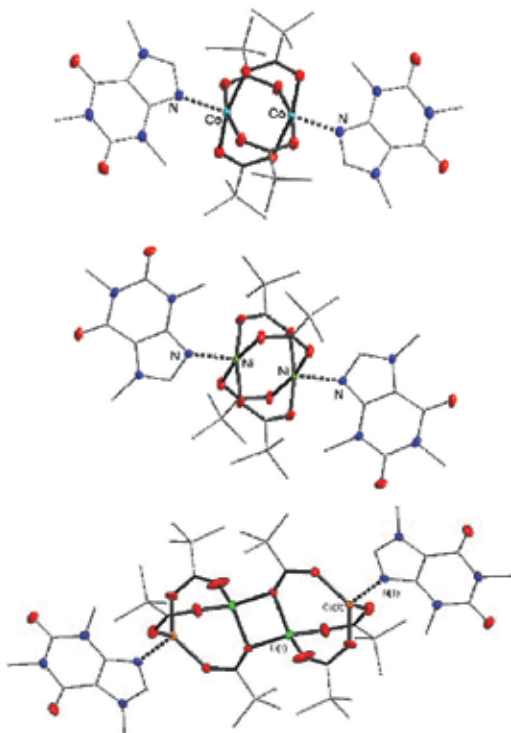


Рисунок 1. Молекулярные структуры вновь синтезированных соединений

Исходя из поставленных задач, мы можем сделать следующие выводы:

1. Синтезированы новые комплексы переходных металлов с кофеином, выращены и выделены их кристаллы, строение изучено с помощью рентгеноструктурного анализа;

2. Определены биологические свойства вновь полученных соединений.

Литература

1. Van Deun A. et al. World Health Organization 2018 treatment guidelines for rifampicin-resistant tuberculosis: uncertainty, potential risks and the way forward. // International journal of antimicrobial agents. Netherlands, 2020. Vol. 55, № 1. P. 105822.
2. Yambulatov D.S. et al. Copper(II) Trimethylacetate Complex with Caffeine: Synthesis, Structure, and Biological Activity // Russ. J. Coord. Chem. 2020. Vol. 46, № 11. P. 772–778.

ПОЛУЧЕНИЕ САМОСОБИРАЮЩЕЙСЯ МИЦЕЛЛЯРНОЙ ФОРМЫ НА ОСНОВЕ ГИДРОФОБИЗИРОВАННОЙ ГИАЛУРОНОВОЙ КИСЛОТЫ, НАГРУЖЕННОЙ ЖЕЛЕЗНЫМИ НАНОЧАСТИЦАМИ

Арина Ф. (10 класс)¹

Руководитель: Сероваткина Н.И.¹

Научный консультант: Антонова М.М.²

¹ ГБОУ Школа № 1574, 125047, Москва, 1-я Миусская ул., д. 4,
1574@edu.mos.ru

² РХТУ им. Д.И. Менделеева, 125480, Московская обл., Старвиль,
ул. Героев Панфиловцев, д. 20, samsonov.a.iu@muctr.ru

Ключевые слова: гиалуроновая кислота, мицеллярные формы, системы доставки лекарственных веществ, наночастицы супер-парамагнитного оксида железа.

Цель: изучение возможности создания структур на основе мицелл, образуемых гидрофобизированной гиалуроновой кислотой.

Задачи

1. Отработка технологических подходов, позволяющих получить мицеллярные формы, содержащие наночастицы SPION.
2. Нарработка образцов мицеллярных форм и их характеристика по основным параметрам: размеры (гидродинамический диаметр) и их заряды (дзета-потенциал поверхности), эффективность их загрузки SPION и стабильность при разбавлении.
3. Разработка методики количественного определения железа в мицеллярных формах ГК-С18-SPION и характеристика образцов мицелл.

Гипотеза: возможно создание структур на основе мицелл, образованных гидрофобизированной гиалуроновой кислотой, нагруженных железными наночастицами.

В эксперименте использовали НЧ SPION, предоставленные МИСиС: наночастицы суперпарамагнетического оксида железа, содержащие кобальт — CoFe_2O_4 , содержание Fe 2,05 мг/мл. Прочие реактивы: гиалуроновая кислота (олеилгиалуронат натрия, Delcore, производства Contiproa.s), фенантролин (Фенантролин-о, 1-водн., Sigma-Aldrich), соль Мора (соль закиси железа и аммония серноокислая двойная, 6-водн., Экросхим), Гидроксилламин солянокислый (гидрохлорид) (Химмед), натрий уксуснокислый (Химмед), вода высокой степени очистки (MQ).

Оборудование: спектрофотометр ShimadzuUV-1800, DLS-наносайзер ZetasizerNanoMalvern.

В работе выполнена отработка методик получения мицеллярных форм на основе гидрофобизированной гиалуроновой кислоты, нагруженных наночастицами парамагнитного оксида железа. Полученные структуры охарактеризованы и могут быть использованы для адресной доставки в опухоли.

Литература:

1. Введение в фармацевтическую нанотехнологию: учеб. пособие / Гельперина С.Э., Ермоленко Ю.В., Ковшова Т.С., Малиновская Ю.А., Морозов А.Н., Осипова Н.С., Семёнкин А.С., Ульянова Ю.В., Якушин Р.В.; под ред. Мажуги А.Г. — М.: РХТУ им Д.И. Менделеева, 2021. — 232 с.
2. Никитин А.А., Науменко В.А., Водопьянов С.С., Гаранина А.С., Федорова Н.Д., Калабай Е.Д., Савченко А.Г., Абакумов М.А., Мажуга А.Г. Изучение эффективности контрастирования различных видов опухолей с использованием кубических наночастиц магнетита. // Бюллетень сибирской медицины. — 2018. — Т. 17, № 1. — С. 139–148.

ПОЛУЧЕНИЕ НАНОЧАСТИЦ ЗОЛОТА НА ПОВЕРХНОСТИ ОКСИДА ГРАФЕНА

Александр Х. (10 класс)¹

Руководитель: к.х.н. Иони Ю.В.²

¹ ГБОУ Школа № 1568, 127221, Москва, проезд Шокальского, д. 7, к. 2, 1568@edu.mos.ru

² ИОНХ им. Н.С. Курнакова РАН, 119991, Москва, Ленинский проспект, д. 31

Ключевые слова: графен, оксид графена, наночастицы золота

Цель: исследование возможности нанесения наночастиц (НЧ) золота на поверхность оксида графена (ГО).

Задачи

1. Получение дисперсии НЧ золота по методу Френса
2. Нанесение НЧ золота на поверхность ГО
3. Исследование образцов методом УФ-спектроскопии и просвечивающей электронной микроскопией

Гипотеза: ГО выступает эффективным макро-лигандом для НЧ различных типов, в том числе и для НЧ золота

ГО — монослой атомов углерода, находящихся sp^2 и sp^3 гибридованном состоянии, поверхность которого покрыта кислородсодержащими функциональными группами и содержит дефекты. За счет этого, ГО может выступать макро-лигандом для НЧ различных типов [1]. НЧ золота имеют большой спектр применения в биомедицине, для диагностики и терапии онкологических заболеваний, а так же как катализаторы органических реакций [2]. В большинстве случаев НЧ золота получают в виде дисперсии,

однако они склонны через некоторое время агломерировать с укрупнением своего размера. Таким образом, теряются их уникальные свойства. Использование ГО в качестве лиганда может позволить предотвратить агломерацию наночастиц и сохранить их свойства.

В настоящей работе НЧ золота со средним диаметром 22 нм были получены по методу Френса. Для этого использовали 50 мл 0,01% кипящего раствора HAuCl_4 , к которому прибавляли 1,5 мл 1% р-ра $\text{Na}_3\text{Cit} \cdot 5,5\text{H}_2\text{O}$. В результате получили ярко-красный коллоидный раствор НЧ золота, стабилизированных цитрат — анионами. Далее, полученный раствор НЧ золота добавили к приготовленной ранее дисперсии ГО (1 мг/мл), чтобы провести обмен лигандами. Полученную систему осадили на микроцентрифуге (15000 об/мин, 10 мин), многократно промыли водой для удаления побочных продуктов. Просвечивающая электронная микроскопия показала, что НЧ золота успешно осели на поверхности ГО.

Таким образом, показано, что ГО способен выступать в качестве макро-лиганда для НЧ золота.

Литература

1. Ioni Y. et al. Ni Nanoparticles on the Reduced Graphene Oxide Surface Synthesized in Supercritical Isopropanol // *Nanomaterials*, 2023. V. 13, № 22. P. 2923.
2. Sztandera K. et al. Gold Nanoparticles in Cancer Treatment // *Mol. Pharmaceutics*, 2019. V. 16, № 1, P. 1.

ЦИТРАТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ СЕРЕБРА (I) С ЖЕЛЕЗОМ (III): СИНТЕТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ, СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ

Петр Ш. (10 класс)¹

Руководитель: д.х.н. Луценко И.А.²

Научные консультанты: Баравиков Д.Е.², Долгушин Ф.М.²

¹ ГБОУ «Бауманская инженерная школа № 1580», 117639, Москва, Балаклавский проспект, д. 6А, vsshvs2000@gmail.com

² ИОНХ им. Н.С. Курнакова РАН, 119991, Москва, Ленинский проспект, д. 31

Ключевые слова: полимерные координационные соединения Ag(I)-Fe(III), лимонная кислота, синтез, структура, биологическая активность.

Цель: разработка методов синтеза гетерометаллических координационных соединений Ag(I)-Fe(III) с антимикобактериальной активностью.

Задачи

1. Разработать синтетические подходы к комплексообразованию в системе $[M-An-L]$ ($M = Fe^{3+}, Ag^+$; An = анион лимонной кислоты (Citr), L — 4,4'-(этан-1,2-диил)дипиридин(dpe), 4,4'-бипиридин (bpy)) и подобрать их эффективное сочетание;
2. Изучить спектральные характеристики новых веществ на основе ИК-спектров;
3. Вырастить монокристаллы комплексов для установления структуры методом рентгеноструктурного анализа (РСА);
4. Подготовить образцы к биологическим испытаниям.

Гипотеза: наличие в составе соединения биологически активных катионов железа и серебра предполагает биологическую активность.

Методы: ИК-спектроскопия, РСА, дисковый метод определения активности соединений против микобактериального штамма *Mycolicibacterium smegmatis*.

Разнообразие функций ионов металлов в живых системах способствовало разработке координационных соединений, которые в последствии легли в основу металлопрепаратов, способные действовать значительно шире и эффективнее, чем просто органические молекулы, поскольку задействуют дополнительно новые мишени и альтернативные механизмы действия. Среди соединений потенциально привлекательными являются комплексы железа и серебра [1]. Одним из путей гибели бактериальной клетки под действием препаратов серебра по мнению ряда ученых является взаимодействие с тиоловыми группами дыхательных ферментов бактерии (в частности, дегидрогеназа-2), что обуславливает формирование гидроксильных радикалов, атакующих и повреждающих ДНК.

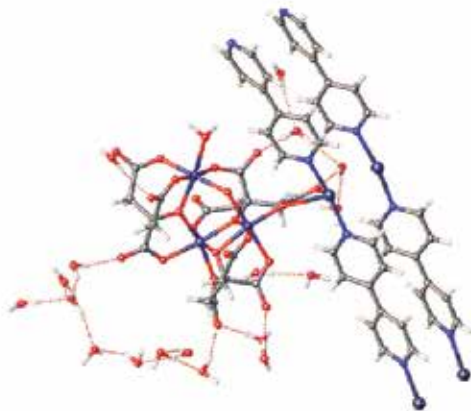


Рис. 1. Звено полимерного комплекса $[\{ Ag_4(bpy) \} \{ Fe_3O(Citr)_3 \}]_n$

Нами было синтезировано и выделено новое координационное соединение состава $[\{Ag_4(bpy)_4\}\{Fe_3O(Citr)_3\}]_n$, строение которого было охарактеризовано методом РСА (рис. 1). По данным РСА комплекс является полимерным. В структуре присутствуют бесконечные цепи, образованные фрагментами серебра с bpy, тогда как катион Fe^{3+} координирован с анионами лимонной кислоты. Исследование биологической активности комплекса показало хорошую эффективность подавления жизнедеятельности непатогенного штамма *M. smegmatis*.

Литература

1. Кошенкова К.А., Баравиков Д.Е., Хорошилов А.В. и др. Полимерные фуранкарбоксилатные комплексы Cu^{2+} и Ag^+ с 4,4'-бипиридином: синтетические подходы, строение, термическое поведение и биологическая активность // Известия РАН сер. хим. 2023. Т. 72, № 8. С. 1894–1904.

КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ Cu^{2+} И Co^{2+} С АНИОНАМИ ХЛОРБЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТЫ И 1,10-ФЕНАНТРОЛИНОМ

Ольга Ш. (9 класс)¹,
Ульяна Д. (9 класс)¹

Руководитель работы: д.х.н. Луценко И.А.²

Научные консультанты: Кошенкова К.А.², Баравиков Д.Е.²

¹ МКК «Пансион воспитанниц МО РФ», 125284, ул. Поликарпова, д. 21, olenka1356@mail.ru

² ИОНХ им. Н.С. Курнакова РАН, 119991, Москва, Ленинский проспект, д. 31, ksenia-18.11.99@mail.ru

Ключевые слова: координационные соединения меди (II) и кобальта (II), хлорбензойная кислота, синтез, структура, биологическая активность.

Цель: разработка методов синтеза координационных соединений Cu (II) и Co (II) с антимикробактериальной активностью.

Задачи

1. Разработать синтетические подходы к комплексообразованию в системе $[\text{M}-\text{An}-\text{L}]$ ($\text{M} = \text{Cu}^{2+}, \text{Co}^{2+}$; $\text{An} =$ анион м-хлорбензойной кислоты, L-1,10-фенантролин (phen), 2,2'-бипиридин (bpy)) и подобрать их эффективное сочетание;
2. Изучить спектральные характеристики новых веществ на основе ИК-спектров;
3. Вырастить монокристаллы комплексов для установления структуры методом рентгеноструктурного анализа (РСА);
4. Подготовить образцы к биологическим испытаниям.

Гипотеза: наличие в составе соединения биологически активного фрагмента м-хлорбензойной кислоты предполагает проявление комплексами эффективности против микобактерий.

Методы: ИК-спектроскопия, РСА, дисковый метод определения активности соединений против микобактериального штамма *Mycolicibacterium smegmatis*.

Одна из главных проблем в современном лечении различных патологий — быстрая выработка клетками устойчивости (резистентности) к химиотерапевтическим агентам. Поэтому разработка многоцелевых молекул, направленных одновременно на различные биологические мишени, является активной областью исследований бионеорганической, медицинской и координационной химии. В качестве комплексообразователей были выбраны катионы эндогенных металлов меди и кобальта, участвующие в целом каскаде биохимических реакций в клетке, а органическими молекулами выступили анионы хлорбензойной кислоты и олигопиридины, способные дополнительно повышать биологическую активность.

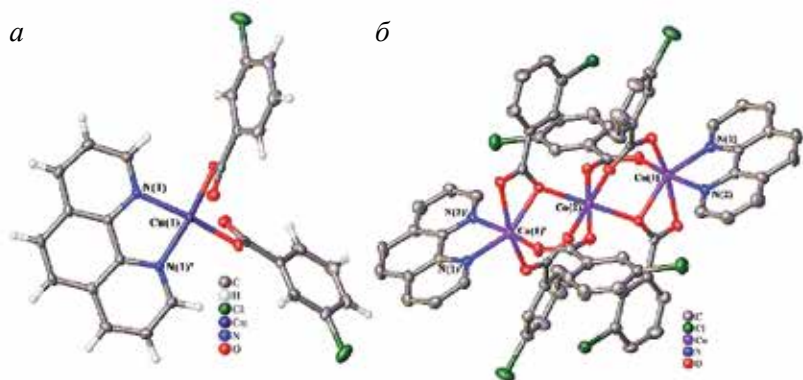


Рис. 1. Молекулярные структуры 1 (а) и 2 (б)

Методика синтеза комплексов включала два подхода — ионообменную реакцию между ацетатами металлов, анионами кислоты и N-донорными молекулами (one pot) и медленное наслаивание предварительно разведенных компонентов в различных растворителях. Данные ИК-спектроскопии показали формирование новых соединений, а результаты РСА позволили идентифицировать два молекулярных комплекса состава $[\text{Cu}(\text{benz})_2\text{phen}]$ (1, рис. 1а) и $[\text{Co}_3(\text{benz})_6(\text{phen})_2]$ (2, рис. 1б).

По данным РСА в мооядерном комплексе 1 катион Cu^{2+} включает пару бензоатных анионов и один фрагмент фенантролина, формируя координационное число комплексообразователя равное 4. В комплексе 2 три катиона Co^{2+} координируют шесть остатков м-хлорбензойной кислоты и два терминальных фрагмента phen.

ГИДРОФОБНЫЙ СОРБЕНТ НА ОСНОВЕ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА, МОДИФИЦИРОВАННОГО СИЛОКСАНОМ

Анастасия Я. (10 класс)¹

Руководитель: Кусайло Г.Г.¹

Научный консультант: Иванов А.В.²

¹ ФГКОУ Московский кадетский корпус, пансион воспитанниц
Министерства обороны РФ, 125284, Москва, ул. Поликарпова,
д. 21, yakubovaanastasya@yandex.ru

² МГУ им. М.В. Ломоносова, 119991, Москва, ГСП-1, Ленинские
горы, д. 1, стр. 3, химический факультет, key700@mail.ru

Ключевые слова: гидрофобность, сорбент, метилфенилсилоксан.

Терморасширенный графит — пористый углеродный материал, который нашел применение в качестве сорбента нефти с водной поверхности. Для эффективной работы сорбента он должен обладать высокой сорбционной емкостью по отношению к нефти и низкой сорбционной емкостью по отношению к воде, т. е. обладать высокой селективностью сорбции. Терморасширенный графит получают путем термообработки (800–1000 °С) окисленного графита, который является нестехиометрическим аддуктом с большим количеством кислородных групп (-ОН, С=О, СООН) в своем составе. В ходе термообработки большинство данных групп разлагается, однако с понижением температуры термообработки в структуре полученного ТРГ сохраняется большое количество данных групп, что приводит к снижению гидрофобности и увеличению водопоглощения ТРГ [1–5]. С другой стороны снижение температуры получения ТРГ является экономически целесообразным и позволяет легко получать ТРГ прямо на месте разлива нефти. Для повышения гидрофобности ТРГ, полученного

при низких температурах может быть использован метилфенилсилоксан, с помощью которого можно модифицировать окисленный графит. С одной стороны, метильные и фенильные группы в составе силоксана приводят к повышению гидрофобности, с другой данный силоксан достаточно термостойкий, чтобы выдержать термообработку окисленного графита.

Таким образом, целью работы стало получение гидрофобного терморасширенного графита, модифицированного силоксаном, при низких температурах.

На первой стадии окисленный графит пропитывался в растворе метилфенилсилоксана в диэтиловом эфире, после чего раствор упаривался. Окисленный графит с метилфенилсилоксаном термообработывался при температурах 400, 500, 600 °С с образованием гидрофобного терморасширенного графита. Далее изучались сорбционные свойства ТРГ по отношению к углеводородам и воде и определялась сорбционная емкость.

Литература

1. Нефтяные загрязнения-очистка микроорганизмами, сайт «Бизнес онлайн» // 2018.
2. Вылкован А.И., Венцюлис Л.С, Зайцев В.М., Филатов В.Д. Современные методы и средства борьбы с разливами нефти: Научно-практическое пособие. — СПб.: Центр-Техинформ, 2000.
3. Белова М.Ю. Графит ИГ и ТРГ (краткий обзор) // Москва, 2007.
4. Н.Е. Сорокина, В.В. Авдеев, А.С. Тихомиров, М.А. Лутфуллин, М.И. Саидаминов. Композиционные наноматериалы на основе интеркалированного графита // Москва, 2010.
5. «Сорбция» // Википедия. — Москва, 2018.