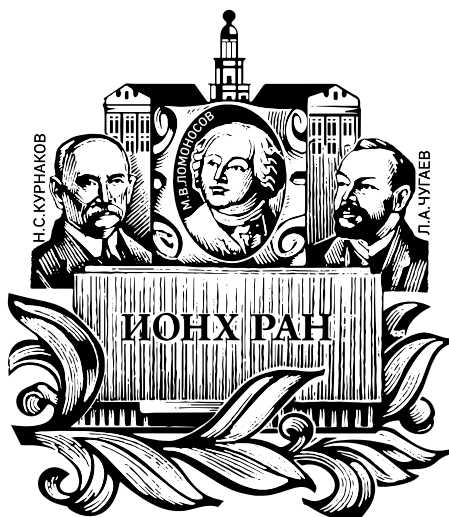


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ
им. Н.С. КУРНАКОВА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК



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

ИОНХ РАН
14 декабря 2022 года

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

Организатор:

Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова
Российской академии наук
при участии Городского методического центра
Департамента образования и науки города Москвы

Участники:

Учащиеся 8–11 классов города Москвы

Дата проведения:

14 декабря 2022 года

Место проведения:

ИОНХ РАН (Ленинский пр-т, 31)

СОДЕРЖАНИЕ

Кира А.

МАГНИТНЫЕ СОРБЕНТЫ УГЛЕВОДОРОДОВ
НА ОСНОВЕ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО
ГРАФИТА, МОДИФИЦИРОВАННОГО
СОЕДИНЕНИЯМИ ЖЕЛЕЗА И КОБАЛЬТА. 9

Леонид Б.

ЛЕГИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ
КОБАЛЬТОВЫХ СПЛАВОВ ХРОМОМ
С ПАРАЛЛЕЛЬНЫМ ВОССТАНОВЛЕНИЕМ
КОБАЛЬТА ИЗ ОКИСЛЕННОЙ ЗОНЫ 11

Ирина Б.,

Виктория О.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЯЗКОСТИ
СТЕКЛООМЫВАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ 13

Александра В.

СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫХ
СВОЙСТВ КОМПЛЕКСОВ 3D-МЕТАЛЛОВ
С АЦИЛГИДРАЗОНАМИ 15

Юлия Г.,

Ольга Г.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОСАЖДЕНИЯ
ОКСИДА ГРАФЕНА НА МИКРОСФЕРЫ ОКСИДА
АЛЮМИНИЯ В РАЗНЫХ СРЕДАХ. 17

Александр Д.

ЖЕЛЕЗОУГЛЕРОДИСТЫЕ СПЛАВЫ:
СОСТАВ, СТРУКТУРА, СВОЙСТВО 19

<i>Ксения Д.</i>	КОМПЛЕКСЫ Ag(I) С МОСТИКОВЫМИ N-ДОНОРНЫМИ ЛИГАНДАМИ: СИНТЕЗ, СТРУКТУРА И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ.	21
<i>Анастасия Д.</i>	ПОЛУЧЕНИЕ ФОСФОР- И КРЕМНИЙ- СОДЕРЖАЩЕЙ ГРАФИТОВОЙ ФОЛЬГИ С ПОВЫШЕННОЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТЬЮ	23
<i>Екатерина Е.</i>	СИНТЕЗ ПЛАЗМОННЫХ НАНОСТРУКТУР НА ОСНОВЕ СЕРЕБРЯНЫХ НАНОПРОВОЛОК ДЛЯ УСИЛЕННОЙ РАМАНОВСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ	25
<i>Вера Е.</i>	РАЗРАБОТКА МЕТОДИК СИНТЕЗА КОМПЛЕКСОВ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ С 2-ТИОФЕНКАРБОНОВОЙ КИСЛОТОЙ И 3,5-ДИМЕТИЛПИРАЗОЛОМ.	26
<i>Виктория Е.</i>	ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ АРОМАТИЧЕСКОГО ЛИГАНДА И УСЛОВИЙ СИНТЕЗА НА СТРУКТУРУ ПЕНТАФТОРБЕНЗОАТНЫХ КОМПЛЕКСОВ МЕДИ	28
<i>Евгения Ж.</i>	НАНО-AG ДЛЯ ГИДРОГЕЛЕВЫХ САЛФЕТОК ОТ ОЖОГОВ БОРЩЕВИКОМ СОСНОВСКОГО	30

*Иван Ж.,
Илья К.*

ИЗГОТОВЛЕНИЕ КОМПОЗИТОВ
И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ДЛЯ ГИБКИХ БРОНЕЖИЛЕТОВ 33

Ульяна З.

СИНТЕЗ ГЕТЕРОМЕТАЛЛИЧЕСКИХ Cu^{II} - Ln^{III}
ПИВАЛАТНЫХ КОМПЛЕКСОВ
И ИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ
С КАРБОНИЛЬНЫМИ ЛИГАНДАМИ 35

Виктория И.

СОЗДАНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНТРАСТНОГО
ВЕЩЕСТВА В МОДЕЛИ КРОВЕНОСНОГО СОСУДА
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕНТГЕНОВСКИХ ЛУЧЕЙ 37

Иван И.

БИОСОВМЕСТИМЫЕ НАНОПОКРЫТИЯ
ДЛЯ ТИТАНОВЫХ ИМПЛАНТОВ
ИЗ ПОЛИМОРФОВ ДИОКСИДА ТИТАНА
И ВЕЩЕСТВ СЕМЕЙСТВА АПАТИТОВ 39

Иван И.,

Вячеслав Н.

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ
ПЛЕНОЧНОГО НАГРЕВАТЕЛЯ
С СЕРЕБРЯНЫМИ НАНОПРОВОЛОКАМИ 42

Вазира И.,

Дарья С.

НАНО-ИВАНЮКИТ И ЕГО КОМПОЗИТ
С НАНО-МАГНЕТИТОМ ДЛЯ ОЧИСТКИ
ВОДНЫХ СРЕД 44

<i>Илья К.</i>	КОРРОЗИОННЫЕ РИСКИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ.	47
<i>Роман К.</i>	СИНТЕЗ СОЛИ МОРА	49
<i>Александр К.</i>	КАЛЬЦИТ, АРАГОНИТ И ВАТЕРИТ — ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ И ПРЕВРАЩЕНИЙ РАЗНЫХ ПОЛИМОРФНЫХ ФОРМ КАРБОНАТА КАЛЬЦИЯ	51
<i>Константин К., Игорь С.</i>	ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ КАК ФУНКЦИЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ОТ ВРЕМЕНИ С ПОМОЩЬЮ ПРОИЗВОДНОЙ	53
<i>Иван К.</i>	ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЖЕЛЕЗА И МЕДИ С ПОМОЩЬЮ ЦИФРОВОГО МИКРОСКОПА	55
<i>Макар Л.</i>	РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ СИНТЕЗА КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ Me^{+3} (Me - Sm, Gd) С ОРГАНИЧЕСКИМИ ЛИГАНДАМИ И ИЗУЧЕНИЕ ИХ СВОЙСТВ.	57
<i>Софья Н.</i>	СИНТЕЗ И СТРОЕНИЕ КОМПЛЕКСОВ Ca(II)-Cr(III) И Ba(II)-Cr(III) С АНИОНАМИ ДИКАРБОНОВЫХ КИСЛОТ И 1,10-ФЕНАНТРОЛИНОМ.	59

<i>Сабина Н.</i>	
САМОДЕЗИНФИЦИРУЮЩАЯ АКРИЛОВАЯ КРАСКА С НАНО-Ag	61
<i>Тимофей С.</i>	
ЦВЕТОВАЯ ГАММА КЕРАМИЧЕСКИХ ГЛАЗУРЕЙ: КАК МОЖНО СМЕШИВАТЬ ЦВЕТА, ПОЛУЧАЯ НОВЫЕ	64
<i>Олеся Т., Сафия Д.</i>	
СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДНЫХ 2,4-Д КИСЛОТЫ КАК ПРЕПАРАТОВ ГЕРБИЦИДНОГО ДЕЙСТВИЯ.....	66
<i>Михаил Т.</i>	
ЗАМЕЩЕННЫЕ МАЛОНАТЫ МЕДИ (II)-КАЛИЯ: КРИСТАЛЛИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ, ПУТИ МОДИФИКАЦИИ, ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ	68
<i>Виктория У., Ирина П.</i>	
ПОЛУЧЕНИЕ МЕТОДОМ ШАБЛОННОГО СИНТЕЗА КОЛЛОИДНЫЕ РАСТВОРЫ	70
<i>Анастасия Ф.</i>	
НОВЫЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ ПО ФЕНТОНУ.....	72
<i>Софья Ц.</i>	
ГОМО- И ГЕТЕРОМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ЦИТРАТКАРБОКСИЛАТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ Cu(II) С 1,10-ФЕНАНТРОЛИНОМ: СИНТЕЗ, СТРОЕНИЕ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ.....	75

Амаль Э.

МОДЕЛЬНЫЙ СОЛНЦЕЗАЩИТНЫЙ КРЕМ
С НАНОЧАСТИЦАМИ ДИОКСИДА ЦЕРИЯ
КАК УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫЙ ФИЛЬТР.....77

Анастасия Я.

ГИДРОФОБНЫЙ СОРБЕНТ НА ОСНОВЕ
ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА,
МОДИФИЦИРОВАННОГО СИЛОКСАНОМ.....79

МАГНИТНЫЕ СОРБЕНТЫ УГЛЕВОДОРОДОВ НА ОСНОВЕ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА, МОДИФИЦИРОВАННОГО СОЕДИНЕНИЯМИ ЖЕЛЕЗА И КОБАЛЬТА

Кира А.¹

Руководитель работы: 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, bliznetcovagala@mail.ru

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

Проблема ликвидации разливов нефти актуальна по сей день для всего, и эта тема до сих пор привлекает внимание экологов. Нефтяной разлив может служить причиной смерти для огромного количества животных. Применение сорбентов на основе пенографита, макропористого углеродного материала, является одним из менее дорогостоящих и наиболее эффективных способов очистки от нефтепродуктов. Введение в пенографит магнитной компоненты позволяет придать материалу магнитные свойства и удалять сорбент с места разлива с помощью магнитного поля.

Целью работы стало получение терморасширенного графита (ТРГ), содержащего феррит кобальта, который будет притягиваться к магниту, что позволит извлекать ТРГ с сорбированной нефтью с поверхности воды с помощью магнитного поля.

Получен графит, модифицированный железосодержащими фазами [1].

Вспенивание графита при 300 °С 400 °С, 500 °С [2].

Исследование сорбционных и магнитных свойств таблеток из пенографита [2].

Насыпная плотность пенографита при 300 °С, 400 °С, 500 °С примерно одинаковая.

Сорбционная емкость с увеличением температуры вспенивания ТРГ возрастает.

ТРГ, содержащий феррит кобальта, имеет хорошие магнитные свойства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сорокина Н.Е., Лешин В.С., Максимова Н.В., Ионов С.Г., Авдеев В.В. Технология получения терморасширенного графита и графитовой фольги. Методическое руководство. С. 37–41.
2. Шорникова О.Н. Модифицированный интеркалированный графит и пенографит на его основе: получение и свойства. М., 2008.
3. Черныш И.Г., Карпов И.И., Приходько В.П., Шай В.М. Физико-химические свойства графита и его соединений. 1990. — 200 с.

ЛЕГИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ КОБАЛЬТОВЫХ СПЛАВОВ ХРОМОМ С ПАРАЛЛЕЛЬНЫМ ВОССТАНОВЛЕНИЕМ КОБАЛЬТА ИЗ ОКИСЛЕННОЙ ЗОНЫ

Леонид Б.¹

Руководитель работы: 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

Данная работа посвящена поиску возможных путей получения слоистых композиционных сплавов, изучение химических превращений в процессе создания которых в дальнейшем может представлять интерес для авиакосмической промышленности [1]. Разработка новых жаростойких сплавов на основе кобальта позволит выйти за пределы температурных возможностей никелевых суперсплавов, однако кобальтовые сплавы менее устойчивы к высокотемпературному окислению на воздухе, особенно в случае легирования их рением [2]. При этом, в отличие от сплавов на основе никеля, поверхностное легирование кобальтовых сплавов алюминием или хромом способно приводить к образованию хрупких топологически упакованных фаз [1]. Одним из возможных решений данной проблемы может являться взаимодействие хрома и алюминия в газовой фазе с окисленной зоной кобальтовых сплавов. При этом должно происходить восстановление оксид кобальта (II) до чистого кобальта, который мог бы использоваться для нанесения защитного покрытия.

Целью данной работы является изучение химических процессов, происходящих при контакте окисленной зоны ренийсодержащих кобальтовых сплавов и хрома в газовой фазе.

Для восстановления хромом кобальта из окисленной зоны были синтезированы однофазные сплавы на основе γ_{Co} -твердого

раствора, содержащие в своем составе в качестве легирующих добавок ниобий, тантал и рений. Полученные сплавы гомогенизировали при температуре 1375 °К в течение 48 ч., затем при 1200 °К в течение 24 ч. в вакуумированных ампулах, а затем подвергли окислению на воздухе при температуре 1200 °К в течение 25 ч. Далее окисленные сплавы помещались в вакуумированную кварцевую ампулу с кусочками хрома и отжигались при 1200 °К в печах электросопротивления в течение 1 ч. и 24 ч. Сплавы как до, так и после окисления, а также после восстановления хромом исследовали методами растровой 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 полное восстановление кобальта из оксида кобальта (II) парами хрома происходит уже через час совместного отжига при 1200 °К окисленных сплавов с кусочками хрома, которые покрываются сплошным слоем оксида хрома (III). При этом в случае использования кобальтовых сплавов, легированных рением, под слоем кобальта образуется также сплошной слой твердого раствора (Re, Co). Дополнительное легирование этих сплавов ниобием и танталом приводит к образованию дисперсных частиц устойчивых оксидов Nb_2O_5 и Ta_2O_5 , располагающихся под слоем рения. При 24 ч. отжига происходит диффузия паров хрома в поверхность композита, где его концентрация достигает 12 ат. %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Reed R. C. The superalloys: fundamentals and applications. Cambridge university press, 2008.
2. Федораев И.И., Гусев Д.И., Керимов Э.Ю., Слюсаренко Е.М. Влияние легирования рением, марганцем и хромом на устойчивость к высокотемпературному окислению на воздухе кобальт-ниобиевых и кобальт-танталовых сплавов при 1200 °К // В сб. «Химия твердого тела и функциональные материалы — 2022 и XIV симпозиум “Термодинамика и материаловедение” — материалы XII Всероссийской конференции». Екб.: ООО «ДжиЛайм», 2022. С. 362–364.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЯЗКОСТИ СТЕКЛООМЫВАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ

Ирина Б.¹,
Виктория О.¹

Руководитель работы: Филиппова Ю.А.²
Научный консультант: Бедин С.А.²

¹ ГБОУ Школы № 1502 «Энергия», 111555, Москва, ул. Молодцовых, д. 10А, 1502@edu.mos.ru

² МПГУ, Москва, 119991, ул. Малая Пироговская, д. 1, стр. 1, sa.bedin@mpgu.su

В современном мире практически у каждой семьи есть автомобиль, который используют каждый день, например, чтобы добраться на работу и обратно домой на протяжении всего года. В плохую погоду зимой приходится активно пользоваться дворниками и поливать ветровое стекло специальной стеклоомывающей жидкостью. Часто, особенно при низких температурах, возникает такая ситуация, что омывающая жидкость не разбрызгивается, а течёт маленькой струйкой. Это связано, с тем, что при понижении температуры возрастает вязкость стеклоомывающей жидкости. В основном омывающая жидкость — это жидкость для обмывания стекол автомобиля, представляющая собой концентрат из спиртов. В качестве спиртов в основном применяют метанол, но он вреден для здоровья и запрещён у нас в стране. Часто используют изопропиловый спирт, однако он обладает резким запахом, поэтому производителям приходится добавлять отдушки и ароматизаторы.

В рамках данной работы мы измеряли реологические свойства стеклоомывающих жидкостей при понижении температуры с помощью модульного компактного реометра Anton Paar MCR301. В результате были получены параметры динамической вязкости ряда стеклоомывающих жидкостей. Также была приготовлена

модельная омывающая жидкость на основе изопропилового спирта. В работе обсуждается какие оптимальные параметры вязкости и состав должны быть у идеальной стеклоомывающей жидкости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шрамм Г. Основы практической реологии и реометрии Москва. КолосС, 2003. — 312 с.
2. Никулин А.С. Чех Определение вязкости жидкости методом Стокса. Тамбов: Изд-во. ГОУ ВПО ТГТУ, 2011. — 12 с.

СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫХ СВОЙСТВ КОМПЛЕКСОВ Зd-МЕТАЛЛОВ С АЦИЛГИДРАЗОНАМИ

Александра В.^{1,2}

Руководитель работы: Зорина-Тихонова Е.Н.²

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

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

На сегодняшний день разработка новых веществ, которые эффективно и быстро могут подавлять рост инфекционных агентов актуальна, поскольку возбудители способны проявлять резистентность относительно уже существующих препаратов. Использование координационных соединений в качестве медицинских препаратов позволяет сочетать в одной молекуле различные виды биологической активности, которые могут взаимно усиливать друг друга [1]. В данной работе в качестве лигандов были выбраны ацилгидразоны, поскольку они обладают доказанной и ярко выраженной биоактивностью [2], что позволяет прогнозировать проявление ряда полезных фармакологических свойств у комплексных соединений, полученных на их основе.

В ходе работы были синтезированы ацилгидразоны из 2-пиридинкарбальдегида и пара- и мета-нитробензгидразидов (HL¹ и HL², соответственно). Данные соединения были использованы в качестве лигандов для синтеза новых соединений с солями Mn^{II}, Co^{II}, Cu^{II} и Zn^{II}. Строение рассматриваемых комплексов установлено с помощью рентгеноструктурного анализа. С 4-нитро-N-(пиридин-2-илметил) бензгидразидом (HL¹) синтезирована серия соединений кобальта(II) и меди(II): [Co(L¹)₂] [Cu(EtOH)(L¹)(NO₃)], [Cu(HL)(L¹)](NO₃). Взаимодействием солей металлов

с 3-нитро-N-(пиридин-2-илметил)бензгидразидом (HL^2) получены соединения $[Cu_2L^2(OAc)_2]$, $[CoL^2]NO_3$, $[CoL^2]Cl$, $[MnL^2]$, $[ZnL_2]_2$. Темплатным синтезом были получены координационные соединения с 2-нитро-N-(((пиридин- 2- илметил)амино)метил)бензамидом (HL^3) — $[Mn(HL^3)Cl]$ и $[Co(L^3)_2]Cl$. Была исследована биологическая активность соединения $[Cu(EtOH)(L^1)(NO_3)]$ в отношении *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* и *Colpoda steinii*. Было показано, что данное вещество обладает сочетанной протистоцидной и антибактериальной активностью, и почти в 8 раз эффективнее хлорохина по отношению к *Colpoda steinii*.

Исследования показали, что на строение полученных комплексов влияет исходная соль металла, соотношение реагентов и условия синтеза. С учётом этого планируется оптимизация методик синтеза с последующим исследованием биологической активности образующихся соединений.

ЛИТЕРАТУРА

1. E.J. Anthony, E.M. Bolitho, H.E. Bridgewater, O.W.L. Carter, J.M. Donnelly, C. Imberti, E.C. Lant, F. Lermyte, R.J. Needham, M. Palau, P.J. Sadler, H. Shi, Fang-Xin Wang, Wen-Ying Zhang and Z. Zhang; Chem. Sci. 2020, 11, P. 12888–12917.
2. L. Popiolek; Med Chem Res. 2017, 26, P. 287–301.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОСАЖДЕНИЯ ОКСИДА ГРАФЕНА НА МИКРОСФЕРЫ ОКСИДА АЛЮМИНИЯ В РАЗНЫХ СРЕДАХ

Юлия Г.¹,
Ольга Г.¹

Руководители работы: Иони Ю.В.²

¹ ГБОУ Школа № 1568 им. Пабло Неруды, 127221, Москва,
пр. Шокальского, д. 7, к. 2, 1568@edu.mos.ru

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

В мире идёт постоянный поиск сорбентов для очищения воды, в том числе в красильной промышленности. Оксид графена может выступать в качестве эффективного сорбента для красителей, но для его использования нужно подобрать носитель [1]. Для этого подходит оксид алюминия [2].

В нашей работе мы проверили возможность осаждения оксида графена на поверхность микросфер оксида алюминия. Оксид графена получали по методу Хаммера [3]. Оксид алюминия использовали коммерческий, размер частиц составил 20–80 мкм. В результате мы получили композит, представляющий собой микросферы оксида алюминия, покрытый тонким слоем листов оксида графена. Кроме того, мы изучили возможность проведения синтеза в разных условиях (различные концентрации оксида графена, использование ультразвука, а также при рН = 2; 7; 11,5).

Полученные образцы, в том числе и исходные оксид графена и оксид алюминия, были исследованы при помощи методов физико-химического анализа: ИК и Раман-спектроскопии, сканирующей электронной микроскопии, оптической микроскопии. Было показано, что наилучшие образцы с самой высокой степенью осаждения были получены в нейтральной и кислой среде.

При $\text{pH} = 11,5$ наблюдалось появление крупных агломератов оксида графена, которые не удалялись при многократном промывании образцов.

В дальнейших исследованиях полученные образцы оксида алюминия, покрытые оксидом графена, планируется использовать в качестве сорбентов для удаления красителя метиленового голубого из водного раствора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Y. Li, Q. Du et al. Methylene blue adsorption on graphene oxide/calcium alginate composites // Carbohydrate Polymers. 2013. V. 95. № 1. P. 501–507.
2. Balasubramani, U., Subramaniam, S., Mitu, L., & Sundararajan, V. Batch and column studies on methylene blue using activated carbon/ Al_2O_3 nano-composite and its impregnated calcium alginate beads // JOURNAL OF ADVANCES IN CHEMISTRY, 2016. V 12. № 12. P. 5599–5612.
3. Hummers W. S. Preparation of Graphitic Oxide // JACS. 1958. V. 80. № 6. P. 1339.

ЖЕЛЕЗОУГЛЕРОДИСТЫЕ СПЛАВЫ: СОСТАВ, СТРУКТУРА, СВОЙСТВО

Александр Д.¹

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

Научный консультант: Григорьев А.Н.^{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

К задачам материаловедения относится изучение физических характеристик уже созданных материалов, а также создание материалов с заданными характеристиками, выявление взаимосвязи состав—структура—свойство. Важнейшим материалом для человека стало железо, а точнее его сплавы. Технологией изготовления сплавов на основе железа многие сотни лет. И все благодаря уникальным и разнообразным свойствам этих объектов. Чтобы разобраться в причинах этого, нужно рассматривать структуру вещества и его организацию на микро- и нано-уровне.

Известно, что железо образует несколько полиморфных модификаций (альфа, гамма, дельта) [1]. Первая устойчива до 911 °С, вторая — от 911 °С до 1392 °С, а третья — от 1392 °С до температуры плавления 1539 °С. Железо в смеси с углеродом может образовывать соединения (самым важным является Fe₃C — цементит) и твердые растворы: феррит, аустенит, перлит и ледебурит. Изучение превращений, возникающих в процессе получения сплава, в том числе закалки, позволяет объяснить свойства полученного материала. В своей работе мы прикоснулись к этой большой и интересной работе.

В качестве исходного вещества, содержащего железо, служила мягкая сталь, применяемая в строительстве для вязки арматуры. Также брали активированный уголь, который перетирали

в ступке — он служил источником углерода, необходимым для науглероживания сплава. Одной из распространённых методик по увеличению прочности и твёрдости материала является насыщение углеродом железных изделий.

Работа посвящена изучению влияния температуры и времени термообработки на коэффициент упругости железной пружины при науглероживании. От количества углерода у поверхности стали и внутри стали зависят прочностные характеристики изделий. При высоком содержании углерода (больше 2,14%) получается чугун с высокой твёрдостью, но низкой пластичностью и плохо поддающийся ковке. При низком содержании углерода характерна низкая твёрдость, высокая пластичность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецов В.В., Рубцов Э.Р., Шкуряков Н.П. Материаловедение. Железоуглеродистые сплавы. Состав. Структура. Свойства. СПб.: ЛЭТИ. 2013. 80 с.

КОМПЛЕКСЫ Ag(I) С МОСТИКОВЫМИ N-ДОНОРНЫМИ ЛИГАНДАМИ: СИНТЕЗ, СТРУКТУРА И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ

Ксения Д.¹

Руководители работы: Баравиков Д.Е.², Долгушин Ф.М.²

Научный консультант: Луценко И.А.²

¹ ГБОУ Школа № 1449, 127576, Москва, ул. Угличская, д. 6А, ksusha1606dok@yandex.ru

² ИОНХ им. Н.С. Курнакова РАН, 119991, Москва, Ленинский проспект, д. 31, dbbaravikov@gmail.com

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. Как известно, комплексы металлов (Fe, Pt, Co, Zn, Cu, Au и др.) являются эффективными соединениями, входящими в состав лекарственных препаратов 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.). Нами были синтезированы новые комплексы серебра с лимонной $\{[Ag(dpe)]_2[Zn(citr)_2]\}_n$ (**1**, рис. 1(A)) и азотной $[Ag(4,4'-bpy)NO_3]_n$

(2, рис. 1(Б)) кислотами и дипиридиэтиленом (dpe). Строение выделенных соединений охарактеризовано методом РСА.

По данным РСА оба комплекса являются полимерными; структурный фрагмент образован бесконечными параллельными цепями $\{Ag(L)\}$ ($L = 4,4'$ -bpy, dpe), в случае с комплексом **1** эти цепи дополняют связь через анионы citr, связанные с атомом цинка, что превращает геометрию комплекса из 1D- в 2D-полимер. Комплекс **2** состоит из перпендикулярных относительно друг друга цепей, которые слабо связаны через фрагмент NO_3^- . Оба соединения были протестированы на биологическую активность *in vitro* в отношении непатогенного штамма *Mycolicibacterium smegmatis* (является модельным для *M. tuberculosis*). Анализ результатов показал, что минимальная ингибирующая концентрация (МИК) для **1** — 50 мкг/диск, **2** — 12.5 мкг/диск. Полученные значения соизмеримы со значениями активности для препаратов первого ряда лечения туберкулеза — рифампицин 5 мкг/диск, изониазид — 100 мкг/диск.

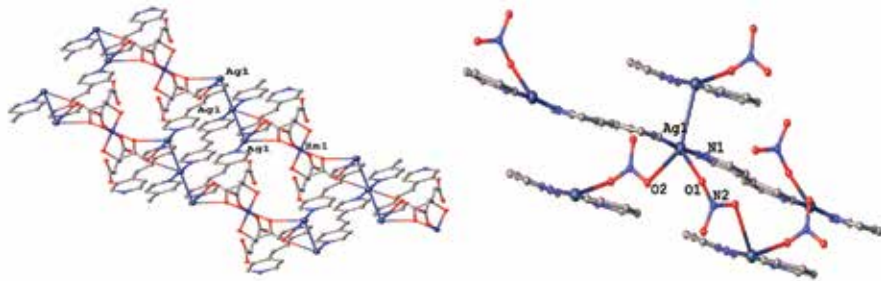


Рис. 1. Фрагменты упаковки **1** (А) и **2** (Б)
(водороды опущены для ясности).

ПОЛУЧЕНИЕ ФОСФОР- И КРЕМНИЙ-СОДЕРЖАЩЕЙ ГРАФИТОВОЙ ФОЛЬГИ С ПОВЫШЕННОЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТЬЮ

Анастасия Д.¹

Руководитель работы: 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, 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 этого 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., Ионов С. Г., Авдеев В. В. 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.

СИНТЕЗ ПЛАЗМОННЫХ НАНОСТРУКТУР НА ОСНОВЕ СЕРЕБРЯНЫХ НАНОПРОВОЛОК ДЛЯ УСИЛЕННОЙ РАМАНОВСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

Екатерина Е.¹

Руководители работы: Кожина Е.П.², Платонычева О.В.¹

Научный консультант: Пирязев А.А.³

¹ ГБОУ Школа № 1502 «Энергия», 111555, Москва, ул. Молостовых, д. 10А, 1502@edu.mos.ru

² МПГУ, 119048, Москва, ул. Усачёва, д. 64, mail@mpgu.su

³ МГУ им. М. В. Ломоносова, 119991, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 3, химический факультет, dekanat@chem.msu.ru

Работа посвящена изучению основных этапов получения плазмонных наноструктур методом шаблонного синтеза и применению полученных знаний на практике: на основе трековой мембраны с диаметром пор, равному 60 нм, вырастить плазмонные наноструктуры на основе серебряных нанопроволок, а также применить полученные структуры для снятия SERS-спектра органического красителя фталоцианина.

Результат: синтезированные серебряные нанопроволоки на металлической подложке, полученные и построенные SERS спектры стандартного органического красителя фталоцианина.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИК СИНТЕЗА КОМПЛЕКСОВ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ С 2-ТИОФЕНКАРБОНОВОЙ КИСЛОТОЙ И 3,5-ДИМЕТИЛПИРАЗОЛОМ

Вера Е.¹,

Руководитель: Луценко И.А.³

Научные консультанты Новикова В.М.², Уварова М.А.³

¹ ГБОУ Школа № 1553 им. В.И. Вернадского, 115114, Москва, ул. Дербеневская, д. 13, 1553@edu.mos.ru

² МФТИ, 17303, Москва, ул. Керченская, д. 1А, к. 1, mipt.ru

³ ИОНХ им. Н.С. Курнакова РАН, 119991, Москва, Ленинский проспект, д. 31, info@igic.ras.ru

Координационные соединения d-металлов с биологически активными лигандами являются в настоящее время актуальным направлением противомикробных, противораковых и других биолого-медицинских исследований. Одним из таких лигандов является пиразол, обладающий противовоспалительным и антиканцерогенным эффектами. В качестве комплексообразователей были выбраны биогенные металлы — Cu и Co, карбоксилатный-лиганд — анион 2-тиофенкарбонической кислоты (ТК) и 3,5-диметилпиразол (Hdmpz). Целью представляемой работы является разработка методик синтеза координационных соединений меди и кобальта с ТК и Hdmpz.

В результате ионообменной реакции ацетатов меди и кобальта с ТК в ацетонитриле образуются соли вида $[Me(TK)_2]$, последующее добавление к которому Hdmpz в соотношении 1:2 приводит к образованию мооядерных комплексов $[Cu(TK)_2(Hdmpz)_2]$ (1) темно-синего цвета и $[Co(TK)_2(Hdmpz)_2]$ (2) фиолетового цвета.

Новые соединения были охарактеризованы методом ИК-спектроскопии и рентгеноструктурного анализа (РСА). Структура комплекса 1 была расшифрована методом рентгеноструктурного

анализа. По данным РСА комплекс 1 $[\text{Cu}(\text{TK})_2(\text{Hdmpz})_2]$ является моноядерным, в котором атом меди находится в плоско-квадратном окружении двух атомов N(Hdmpz) и двух атомов O(TK), формируя КЧ = 4. ИК спектр комплекса 2 совпадает со спектром структурно охарактеризованного 1, что позволяет сделать вывод о схожести их строения. Смещение сигналов (с 1659 до 1601 (C=C), с 1592 до 1549 (C=N), 3040 до 2995 (N-H)) по сравнению с исходным спектром Hdmpz свидетельствует о вхождении N-донора в комплекс.

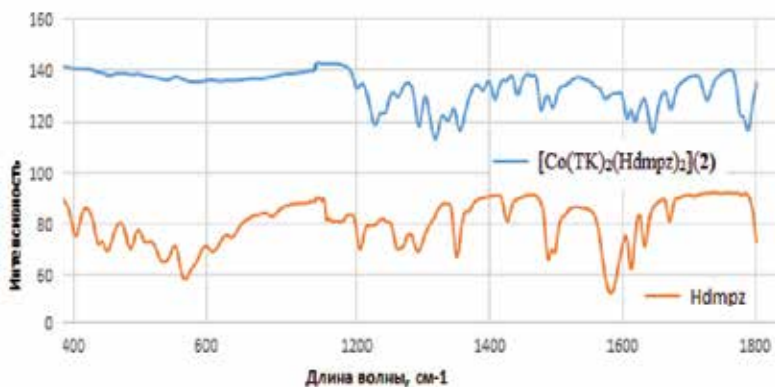


Рис. 1. Молекулярная структура комплекса 1

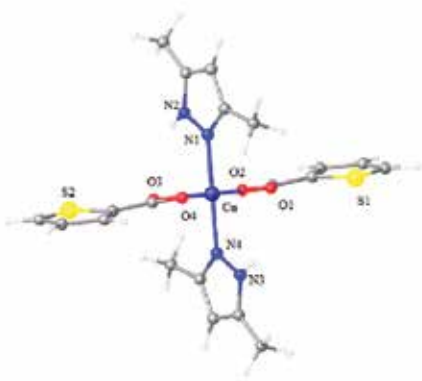


Рис. 2. ИК-спектры комплекса 2 и Hdmpz

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ АРОМАТИЧЕСКОГО ЛИГАНДА И УСЛОВИЙ СИНТЕЗА НА СТРУКТУРУ ПЕНТАФТОРБЕНЗОАТНЫХ КОМПЛЕКСОВ МЕДИ

Виктория Е.¹

Руководитель работы: Шмелёв М. А.²

¹ ГБОУ Школа № 1449 им. Героя Советского Союза М.В. Водопьянова, 127576, Москва, ул. Угличская, д. 6А, 1449@edu.mos.ru

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

Изучение новых подходов направленного синтеза полиядерных координационных соединений заданного состава и строения лежит в основе многих исследований, ориентированных на получение функциональных материалов на их основе [1]. Использование сочетаний ароматических лигандов с донорными и акцепторными заместителями, для которых характерно формирование сильных нековалентных взаимодействий, могут обеспечивать управление геометрией молекул и физико-химическими свойствами за счет различных внутри- и межмолекулярных нековалентных взаимодействий (С-Н... Hal, Hal...Hal, Hal... π, π ... π, N-O... π, NO₂...NO₂, водородные связи и др.) [2]. Например, совмещение в составе одной молекулы аниона пентафторбензойной кислоты с различными нефторированными ароматическими *N*-донорными лигандами может оказаться удобным и эффективным инструментом для направленного формирования соединений заданного молекулярного и кристаллического строения [3]. Целью данной работы является изучение и поиск новых эффективных подходов к направленной синтезу комплексов меди определённого состава и строения. Наш интерес к комплексам меди также связан с разнообразием поведения ее соединений в зависимости от типа координационного окружения [4].

В рамках работы были разработаны методы синтеза и охарактеризованы новые пентафторбензоатные комплексы меди с 2,3- и 3,5-лутидином, хинолином, 1,10-фенантролином состава $[\text{Cu}_2(\text{MeCN})_2(\text{pfb})_4]$, $[\text{Cu}(2,3\text{-lut})_2(\text{pfb})_2]$, $[\text{Cu}(3,5\text{-lut})_4(\text{pfb})_2]$, $[\text{Cu}(\text{quin})_2(\text{pfb})_2]$, $[\text{Cu}_2(\text{phen})_2(\text{pfb})_4]$. (pfb — пентафторбензоат анион; 2,3- и 3,5-lut — 2,3- и 3,5-лутидин соответственно; quin — хинолин; phen — 1,10-фенантролин). Было показано, что четырехмостиковый биядерный металлостов комплекса $[\text{Cu}_2(\text{MeCN})_2(\text{pfb})_4]$ в реакциях с различными производными пиридина не сохраняется, а в случае таких α -замещенных пиридинов как 2,3-лутидин и хинолин состав и строение конечных продуктов взаимодействия с пентафторбензоатом меди не зависит от исходного соотношения реагентов и условий кристаллизации. Особенности строения и синтеза данных комплексов будут рассмотрены в докладе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bradberry S. J., Savyasachi A.J., Martinez-Calvo M., Gunnlaugsson T. // *Coord. Chem. Rev.* 2014. V. 273–274. P. 226–241.
2. Shmelev M. A., Voronina J. K., Evtyukhin M. A. et al // *Inorganics* 2022. V. 10 (11). N 194.
3. Sharma R. P., Saini A., Kumar S. et al // *J. Mol. Struct.* 2017. V. 1128. P. 135.
4. Pinto C. B., Dos Santos L. H. R., Rodrigues B. L. // *J. Appl. Crystallogr.* 2020. V. 53. P. 1321.

НАНО-Ag ДЛЯ ГИДРОГЕЛЕВЫХ САЛФЕТОК ОТ ОЖОГОВ БОРЩЕВИКОМ СОСНОВСКОГО

Евгения Ж.¹

Руководитель работы: Оболенская Л.Н.¹

¹ ГБОУ Школа № 2065, 108811, Москва, г. Московский, 3-й микрорайон, д. 8, eva_the_seagull@mail.ru

Среди противоожоговых средств нет такого, для которого доказана эффективность именно в отношении ожогов соком борщевика Сосновского. С другой стороны, для терапии термических ожогов наиболее перспективны гидрогелевые. Недостаток наиболее популярного из них — «Апполо» — то, что в качестве антибактериального компонента в нём используется иодовидон с резким запахом, который достаточно часто вызывает аллергические реакции. Мы попробовали заменить иодовидон на бактериостатическое [1] нано-Ag и добавить регенерирующий компонент — декстран [2] («резервный» полисахарид — одновременно, также, и восстановитель Ag^+ до нано-Ag, и capping-agent за счёт хелатирования поверхностных атомов Ag). Наши салфетки ускорили заживление ожога II степени фуранокумаринами борщевика Сосновского у координатора «СтопБорщевик» А. Гладилина. Итак, цель: оптимизация способа получения нано-Ag, стабилизированного аммин-лигандами и декстраном, для изготовления гидрогелевых салфетки от ожогов борщевиком Сосновского.

Использованные реактивы, оборудование и методы здесь. Далее основные результаты.

1. Высолив декстран на пропитанные этанолом салфетки, провели сонохимический синтез нано-Ag [3] «в матрице салфетки», а затем получили серию зольей Ag ($n(NH_3) : n(Ag^+) = 2 \div 32$).

2. В электронных спектрах поглощения зольей Ag (рис. 1) заметен максимум поглощения около 410–420 нм, характерный для поверхностного плазмонного резонанса сфероидных наночастиц

Ag [4]. Его интенсивность логично растёт антибатно $n(\text{NH}_3) : n(\text{Ag}^+)$; при $n(\text{NH}_3) : n(\text{Ag}^+) = 32$ он исчезает, т. е. нано-Ag, видимо, в заметной степени переходит в амминкомплекс. И, как видно из автоматической маркировки максимумов, по мере увеличения $n(\text{NH}_3) : n(\text{Ag}^+)$ происходит небольшой гипсохромный сдвиг (423 нм \rightarrow 411 нм \rightarrow 407 нм), т. е. $r(\text{Ag})$ падает.

3. На сканах зольей Ag (4, 8, 32), записанных зондовым микроскопом в контактном режиме, размер наименьших частиц уменьшается с 20–30 нм до 10 нм, что хорошо согласуется с ЭСП. Перепад высот на всех сканах от 40 нм до 60 нм — большинство частиц агрегированы (рис. 2).

4. Наилучшие бактериостатические свойства по отношению к *Geobacillus stearothermophilus* (лучше, чем у фурацилина, выступавшего в роли «+контроля») проявил золь Ag (16). И, судя по спектру и скану (зондовым микроскопом), он стабилен в течение, по крайней мере, 1,5 мес.

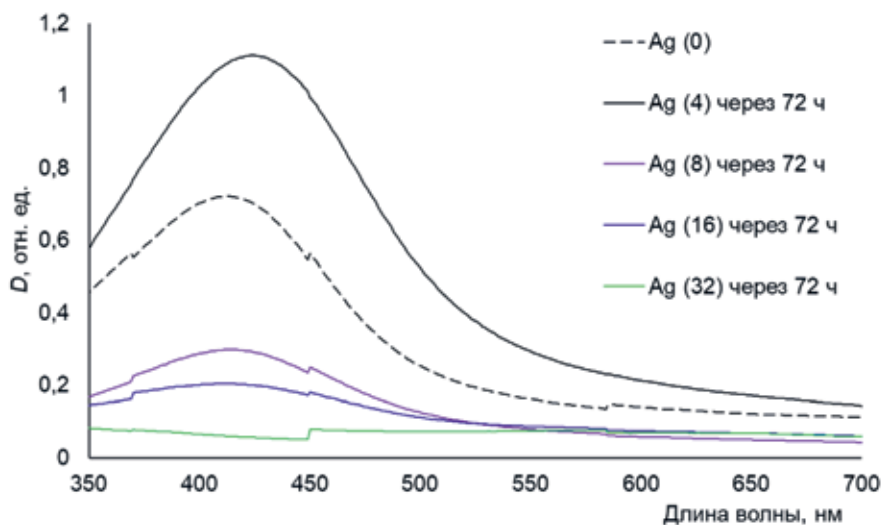
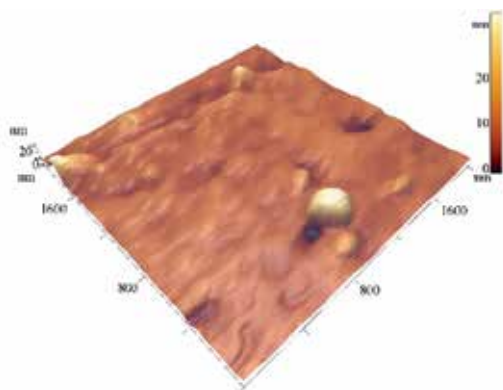


Рис. 1. Электронные спектры поглощения зольей Ag (при минимальном отношении $n(\text{NH}_3) : n(\text{Ag}^+)$, равном 0 и 2, Ag агрегировало и выпало в осадок; отношение указано в скобках)



*Рис. 2. 3D-рельеф типичного участка золя Ag (16);
некоторые сканы остальных золь доступны по ссылке*

ЛИТЕРАТУРА

1. Пономарь Н.С., Макляков Ю.С., Хлопонин Д.П. и др. // Биомедицина. № 1. 2012. С. 143–148.
2. Шкурупий В.А., Карпов М.А., Лузгина Н.Г. // Бюлл. эксперимент. биол. и мед. 2012. № 5. С. 600–603.
3. Степанова Д.К. // Потенциал (Химия. Биология. Медицина). 2021. № 4(82). С. 16–24

ИЗГОТОВЛЕНИЕ КОМПОЗИТОВ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ ГИБКИХ БРОНЕЖИЛЕТОВ

Иван Ж.¹,

Илья К.¹

Руководитель работы: Платонычева О.В.¹

Научный консультант: Ковалец Н.П.²

¹ ГБОУ Школа № 1502 «Энергия», 111555, Москва, ул. Молостовых, д. 10А, 1502@edu.mos.ru

² МПГУ, Москва, 119991, ул. Малая Пироговская, д. 1, стр. 1, mail@mpgu.su

В древние времена человек начал защищать своё тело от внешних воздействий одеждой. Бронежилет является наиболее эффективным средством индивидуальной бронезащиты, применяемым в силовых структурах и гражданским населением.

Сценарии будущих войн, будут создавать асимметрично-смешанные вызовы для солдат и их амуниции. Как результат — необходимость совершенствования не только огнестрельного оружия, но и средств в более прочной и в то же время более легкой броне продолжит увеличиваться.

Таковыми свойствами как прочность, гибкость и малая масса, которые очень нужны при изготовлении бронежилета, обладает кевлар. Однако это не единственный композит, обладающий данными свойствами. В нашем проекте мы изготавливаем другие композиционные материалы, обладающие схожими свойствами, и рассматриваем возможность их использования вместо кевлара.

В работе был создан образец композита и рассмотрены его параметры в связи с возможностью его использования для изготовления гибкого бронежилета.

ЛИТЕРАТУРА

1. Д.В. Дудихин. Бронежилеты из композитных материалов. https://earchive.tpu.ru/bitstream/11683/23424/1/conference_tpu-2015-C59-071.pdf
2. Д.В. Дудихин. Композитные материалы и их применение в авиационной и военной промышленности. https://earchive.tpu.ru/bitstream/11683/26392/1/conference_tpu-2016-C57_V1_p43-45.pdf
3. Проблемы создания и перспективы совершенствования бронежилетов для Российских Вооруженных Сил. <https://rusdarpa.ru/?p=1509&ysclid=191hmck3zm65777440>
4. Е. Каблов. Композиты: сегодня и завтра. https://viam.ru/sites/default/files/uploads/news/2015/1861/1861_kablov_kompozity_01.pdf

СИНТЕЗ ГЕТЕРОМЕТАЛЛИЧЕСКИХ Cu^{II}-Ln^{III} ПИВАЛАТНЫХ КОМПЛЕКСОВ И ИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С КАРБОНИЛЬНЫМИ ЛИГАНДАМИ

Ульяна З.¹

Руководители работы: Бовкунова А.А.², Бажина Е.С.²

¹ ГБОУ Школа «Покровский квартал», 105064, Москва, Большой Казенный пер., д. 9, pkvartal@edu.mos.ru

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

С развитием технологий необходимость в хранении больших объёмов информации выросла, требуя уменьшения размеров магнитных элементов памяти. Одним из подходов к решению данной проблемы является химическое конструирование 3d-4f комплексов, относящихся к классу мономолекулярных магнитов, способных проявлять свойства магнита на уровне одной молекулы [1]. Целью настоящей работы является синтез новых Cu^{II}-Ln^{III} соединений с анионами пивалиновой кислоты (Hpriv), изучение возможности их модификации лигандами, содержащими пиридинный фрагмент и карбонильную группу, и исследование магнитного поведения полученных комплексов.

Реакция нитратов меди(II) и лантанидов(III) с Hpriv и H₂NPrⁱ в соотношении 1:1:7:9 в MeCN, приводит, в зависимости от природы иона лантанида, к образованию тетраядерных комплексов двух структурных типов: (H₃NPrⁱ)₂[Cu₂Ln₂(piv)₁₂(H₂NPrⁱ)₂]·2MeCN (Ln = Eu^{III}) и (H₃NPrⁱ)₂[Cu₂Ln₂(OH)₂(piv)₁₀(H₂NPrⁱ)₂]·2MeCN (Ln = Dy^{III}, Y^{III}, Yb^{III}). В случае ионов Gd³⁺ и Tb³⁺ аналогичные реакции приводят к образованию смеси соединений обоих структурных типов. На примере Cu^{II}-Dy^{III} анионного комплекса было показано, что при взаимодействии исходного соединения с пиридин-2-карбальдегидом, фенил-2-пиридил кетоном

или 8-оксихинолин-2-карбальдегидом в MeCN образуются *in situ* новые лиганды — основания Шиффа (L^1 , L^2 , L^3), которые входят в состав новых комплексов: $[CuDy(piv)_5(L^1)]$, $[CuDy(H_2O)(piv)_5(L^1)]$, $[CuDy(H_2O)(piv)_5(L^2)]$, $[Cu_2Dy_2(piv)_8(L^3)_2]$, сформированных из биядерных Cu^{II} - Dy^{III} фрагментов (схема 1). Все соединения были охарактеризованы методами рентгеноструктурного и рентгенофазового анализов, ИК-спектроскопии.

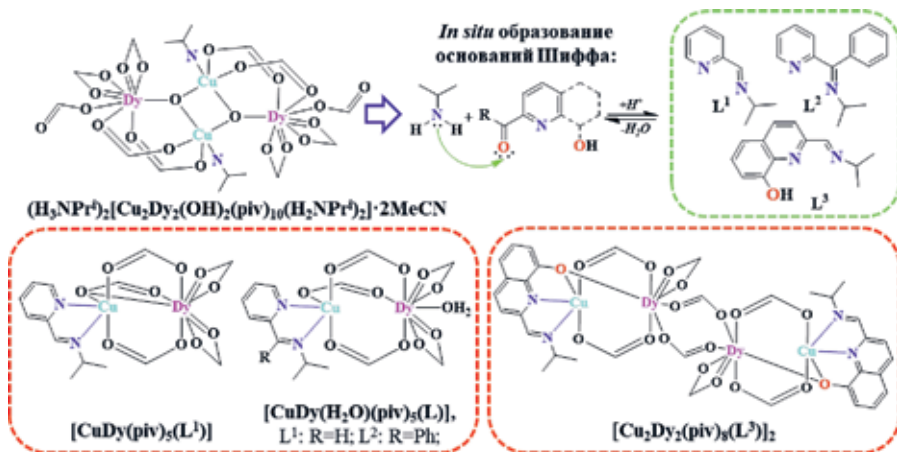


Рис. 1

ЛИТЕРАТУРА

1. A. Dey, P. Bag, P. Kalita, V. Chandrasekhar // *Coord. Chem. Rev.* 2021. V. 432. P. 213707.

СОЗДАНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНТРАСТНОГО ВЕЩЕСТВА В МОДЕЛИ КРОВЕНОСНОГО СОСУДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕНТГЕНОВСКИХ ЛУЧЕЙ

Виктория И.¹

Руководитель работы: Платонычева О.В.¹

Научный консультант: Шапетина М.А.²

¹ ГБОУ Школа № 1502 «Энергия», 111555, Москва, ул. Молостовых, д. 10А, 1502@edu.mos.ru

² МПГУ, Москва, 119991, ул. Малая Пироговская, д. 1, стр. 1, mail@mpgu.su

Работа посвящена изучению и приготовлению контрастного вещества, которое можно использовать для демонстрации метода ангиографии. Какое именно вещество подходит для демонстрации и почему.

Выбор материала для модели. Создание модели кровеносного сосуда на 3d-принтере. Сборка демонстрационной установки, для визуализации метода ангиографии, проверка её действия при помощи рентгеновских лучей.

Актуальность. Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) являются основной причиной смерти во всем мире: ни по какой другой причине ежегодно не умирает столько людей, сколько от ССЗ.

Существует множество методов исследования. Ангиография сосудов головы, конечностей, сердца и других органов, и частей тела является самой достоверной и точной из всех существующих на сегодняшний день методик диагностики патологий сосудов.

При помощи данной модели можно увидеть как проводится данная процедура. При этом не нужно будет демонстрировать её на живом человеке. Данная модель будет полезна для медицинских классов, а при более детальной проработке может быть полезна для учеников медицинских колледжей и университетов.

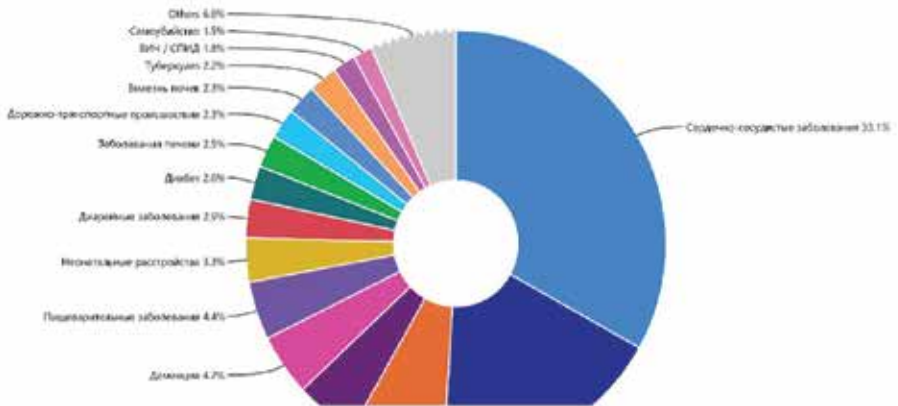


Рис. 1. Причины смертей в мире



Рис. 2

ЛИТЕРАТУРА:

1. Черкавская О.В., Руденко Б.А., Болотов П.А. Интервенционная кардиология: коронарная ангиография и стентирование. ГЭОТАР-Медиа. 2010. С. 10–30.
2. <https://omr.by/diagnostika-raka/vse-vidy-interventsionnoj-diagnostiki/angiografiya-sosudov>
3. <https://cardiogomel.by/special/uslugi/angiografiya.html>
4. <https://www.nhs.uk/conditions/angiography/what-happens/>
5. <https://medlineplus.gov/ency/article/003876.htm>

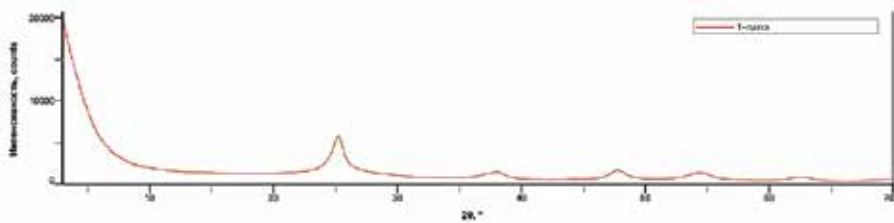
БИОСОВМЕСТИМЫЕ НАНОПОКРЫТИЯ ДЛЯ ТИТАНОВЫХ ИМПЛАНТОВ ИЗ ПОЛИМОРФОВ ДИОКСИДА ТИТАНА И ВЕЩЕСТВ СЕМЕЙСТВА АПАТИТОВ

Иван И.¹

Руководитель работы: Оболенская Л.Н.¹

¹ ГБОУ Школа № 2065, 108811, Москва, г. Московский, 3-й микрорайон, д. 8, ivan.ignatiev.ru@mail.ru

Титановыми импланты наиболее используются благодаря химической стойкости и механической прочности. Но из-за различия физико-химических и механических свойств костной ткани и Ti, продолжается поиск способов улучшить их остеоинтеграцию [1]. Вторая проблема — возможность химической и биодеградации поверхности титана [2]. Это также решается с помощью нанесения покрытий — повышающих био- и коррозионную стойкость поверхности импланта. Новая проблема возникает при нанесении гидроксиапатита, даже нано-: он также химически несхож с любым металлом, а потому его плёнка непрочна. Одно из возможных решений — введение полифосфата аммония (ПФА) [3]. Мы попробовали покрыть Ti сначала нано-TiO₂, а затем — нано-Ca₁₀(PO₄)₆X₂. Ортофосфаты кальция (прежде всего, гидроксиапатит (который мы стараемся получить), но также и биосовместимый [4] хлорапатит (который мы получили на данном этапе)), будучи крайне близкими по составу к костной ткани, заведомо улучшают остеоинтеграцию импланта. А нано-TiO₂, с одной стороны, улучшает сцепление слоя наноразмерных фосфатов кальция с поверхностью титана, с другой — препятствует образованию биоплёнок патогенных культур [5]. При этом, как было проверено ранее (для титаноксидных нанопокровов, получаемых термолитически; текст по ссылке), он не проявляет цитотоксичность. Итак, цель: получить и изучить новые двухслойные

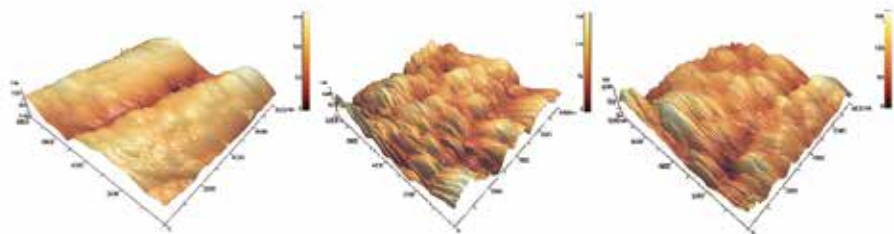


A



B

Рис. 1. Дифрактограммы нано-анатаза (A) и нано- η -TiO₂ (B) (CuKa)



A

B

B

Рис. 2. 3D-рельеф покрытий (без ПФА):
 η -TiO₂ + хлоранатит (A) и анатаз + хлоранатит (B, B)



Рис. 3. Процесс синтеза на робо-установке

биосовместимые прочные нанопокрывтия для титановых имплантов из TiO_2 и $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{X}_2$.

Использованные реактивы, оборудование и методы здесь. Далее основные результаты.

1. На титановые штифты и отшлифованные пластинки нанесены четыре типа нанопокровтий: нано-хлорапатит (методом «гомогенного осаждения»; фазовый состав проверен методом рентгенофазового анализа (РФА)); нано-хлорапатит с добавлением ПФА; нано-хлорапатит + нано- TiO_2 (получен методом, близким к «золь-гель» [6]; по данным РФА, без введения коагулянта KCl образовался нано-анатаз, а с ним — нано- $\eta\text{-TiO}_2$ (рис. 1); нано-анатаз с добавлением ПФА + нано-хлорапатит.

2. Нанометровый перепад высот покрытий доказан сканирующим зондовым микроскопом; распределение по размерам частиц и $\eta\text{-TiO}_2$, и хлорапатита на нём, уже, чем у анатаза (рис. 2).

С помощью ионселективного электрода Releon показана крайне низкая вымываемость Ca^{2+} и её уменьшение благодаря TiO_2 ; самое интересное, что ПФА ухудшил когезию покрытия как в присутствии TiO_2 , так и без него. Далее мы оставили образцы на 5 мес. в модельном растворе (состав по ссылке), чтобы увидеть, как ведут себя покрытия в условиях, близких к реальным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Попова А.А., Яковлев В.И. // Ползуновский вестник. 2017. № 4. С. 164–169.
2. Майборodin И.В., Шевела А.А., Тодер М.С. и др. // Росс. стоматология. 2017, № 10 (4). С. 32–41.
3. Müller W.E., Tolba E., Feng Q. et al. // Journal of Cell Science. 2015. № 128(11). P. 2202–2207.
4. Gusev S.A., Shekhirev M.A., Safronova T.V. et al. // Mend. Comm. 2014. V. 24. № 1. P. 12–14.
5. Шулятникова О.А., Порозова С.Е., Коробов В.П. и др. // Ур. мед. журнал. 2016. № 7 (140). С. 20–24.
6. Оболенская Л.Н., Савинкина Е.В., Кузьмичева Г.М. // Кристаллография. 2018. Т. 63. № 2. С. 271–274.

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ПЛЕНОЧНОГО НАГРЕВАТЕЛЯ С СЕРЕБРЯНЫМИ НАНОПРОВОЛОКАМИ

Иван И.¹,
Вячеслав Н.¹

Руководители работы: Бедин С.А.^{1,2,3}, Кожина Е.П.^{1,2,3}

¹ ГБОУ Школа № 1584, 121615, Москва, Рублевское шоссе, д. 24, к. 3, irzivan@yandex.ru, Slavus143@yandex.ru

² МПГУ, 119991, Москва, ул. Малая Пироговская д. 1, стр. 1, bserg5@gmail.com

³ Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, 119991, Москва, Ленинский проспект, д. 53, Liza.kozhina.99@mail.ru

В настоящее время большой интерес проявляют к созданию различных элементов гибкой электроники — проводники, сенсоры и активные элементы. С развитием методик синтеза наноматериалов появляются новые подходы к синтезу подобных элементов. Одним из них является создание на поверхности полимерной плёнки сетки из металлических нанопроволок [1-2]. Нанопроволоки наносят из раствора при помощи кисточки с последующим кратковременным нагревом для спекания нанопроволок между собой и образования сплошной сетки. Полимерная плёнка толщиной в несколько десятков микрометров с сеткой из нанопроволок является хорошим проводником для небольших токов и может быть использована для размещения элементов электроники. Если же через сетку из нанопроволок пропускать токи в несколько десятков миллиампер, то поверхность плёнки начинает нагреваться. Температуру нагрева обычно ограничена температурной стойкостью полимерной основы. Предполагается, что такие нагреватели могут быть использованы для поддержания в рабочем температурном режиме дисплея устройств, как система антизапотевания (например, для очков) или в медицине

для прогрева. Всё вышеописанное определяет актуальность работы по созданию гибких нагревателей на основе тонких полимерных плёнок.

В данной работе предлагается создание сетки из нанопроволок внутри полимерной трековой мембраны (ТМ). Они как известно представляют из себя полимерную плёнку толщиной 10–12 мкм из полиэтилентерефталата внутри которых имеется система идентичных пор диаметром от нескольких десятков нанометров до нескольких микрон. Если поры в ТМ электрохимически заполнить металлом (например, серебром), то получится трёхмерная сетка из НП, которая может быть использована для нагрева. На базе платформы АРДУИНО с плёночным терморезистором собран контроллер для управления нагревателем и продемонстрирована его работа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kim Y. J., Kim G., Kim H.-K. Study of Brush-Painted Ag Nanowire Network on Flexible Invar Metal Substrate for Curved Thin Film Heater // *Metals*. 2019. Т. 9. № 10.
2. Lan W., Chen Y., Yang Z., Han W., Zhou J., Zhang Y., Wang J., Tang G., Wei Y., Dou W., Su Q., Xie E. Ultraflexible Transparent Film Heater Made of Ag Nanowire/PVA Composite for Rapid-Response Thermotherapy Pads // *ACS Appl Mater Interfaces*. 2017. Т. 9. № 7. С. 6644–6651.

НАНО-ИВАНЮКИТ И ЕГО КОМПОЗИТ С НАНО-МАГНЕТИТОМ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДНЫХ СРЕД

Вазира И.¹,
Дарья С.¹

Руководители работы: Оболенская Л.Н.¹, Калашникова Г.О.²

¹ ГБОУ Школа № 2065, 108811, Москва, г. Московский, 3-й микрорайон, д. 8, vazira.ismoilova@list.ru

² Центр наноматериаловедения ФИЦ КНЦ РАН, 184209, Мурманская обл., г. Апатиты, мкр. Академгородок, д. 26А, daraslavnova88848@gmail.com

Нано- TiO_2 давно используют как фотокатализатор для очистки воды [1]. Также в некоторых работах [2] описана сонофотокаталитическая (СФК) очистка воды. Мы впервые попробовали использовать в очистке воды нано-иванюкит (двойной оксид Si (IV) и Ti (IV)), полученный недавно в ФИЦ КНЦ РАН [3] и сравнили его сорбционные и каталитические свойства с нано- TiO_2 , полученным так же. А для сбора нанопорошка из водных сред добавили нано- Fe_3O_4 . Цель: получить и изучить наноконпозиты со структурой core-shell [4] («ядро» — магнетит, «оболочка» — иванюкит или TiO_2) для очистки воды.

Использованные реактивы, оборудование и методы здесь. Далее основные результаты.

Для синтеза TiO_2 гидротермальным методом мы растворили 2,520 г NaOH в 25 мл воды; добавили 4,635 г $(\text{NH}_4)_2\text{TiO}(\text{SO}_4)_2$ (СТА). Смесь поместили в муфель на 24 ч. при 140°C в автоклаве с PTFE вкладышем. По данным рентгенофазового анализа (РФА), получен нано- η - TiO_2 [1]. Для получения нано-иванюкита (однофазность продукта подтверждена РФА) выполняли те же действия, но с 7,80 г $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Чтобы нанести на «ядра» из наномангнетита (полученные по [5]) титаноксидную либо ива-

нюкитную «оболочку», добавили Fe_3O_4 ($n = n(\text{Ti(IV)})$), в соответствующую реакционную смесь.

В ЭСП образцов (рис. 1) есть край поглощения около 300 нм, характерный для nano- TiO_2 [3], и плавно уменьшающаяся во всем видимом диапазоне полоса поглощения Fe_3O_4 [4]. Сканы нанокompозита магнетита с TiO_2 получены в контактном режиме зондовым микроскопом. На всех участках есть частицы высотой 10–15 нм; основная часть собирается в агрегаты высотой от 40 до 200 нм (рис. 1Б). Иванюкит отсканировать не удалось из-за агрегированности. Частицы композита магнетита с иванюкитом крупнее, чем у бессиликатного аналога, но также относятся к нанообъектам.

По способности сорбировать метиленовый синий (MeB) оба композита превосходят и аналоги, и свои же компоненты. При перемешивании 50 мл 0,08 мМ MeB со 100 мг nano- $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{TiO}_2$ сорбировалось 92–94% (циклы I–III), 48% (IV) и 34% (V) (рис. 2). $\text{Fe}_3\text{O}_4@$ иванюкит проявляет такие свойства при $m = 300$ мг. По СФК активности (под УФ) $\text{Fe}_3\text{O}_4@$ иванюкит превосходит $\text{Fe}_3\text{O}_4@$ TiO_2 и основные аналоги.

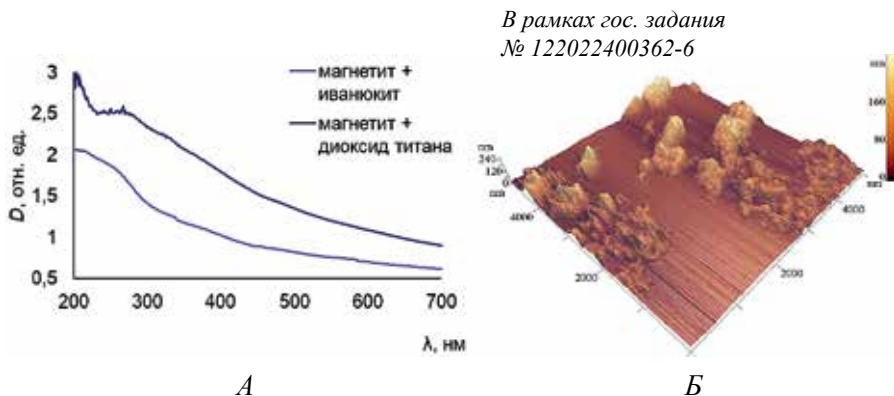


Рис. 1. А — ЭСП нанокompозитов магнетит-иванюкит (фиолетовая линия) и магнетит- TiO_2 (синяя линия);
Б — характерный 3D-рельеф участка плёнки из нанокompозита $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{TiO}_2$

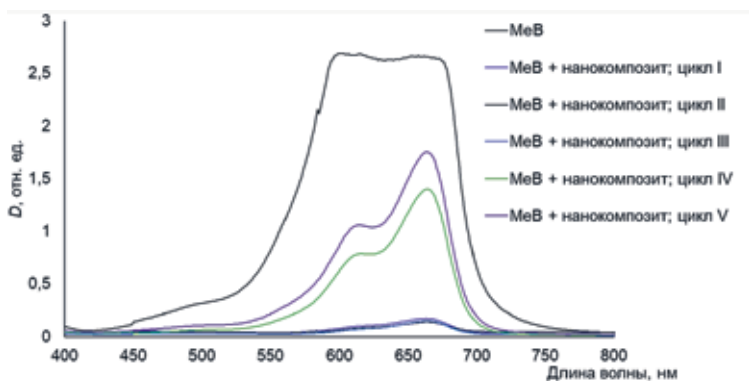


Рис. 2. ЭСП суспензий одной и той же порции $Fe_3O_4-TiO_2$ в сменяемых растворах MeV (после 30 мин перемешивания верхнеприводной робо-мешалкой в темноте и сбора (Nd магнитом) магнитовосприимчивого $Fe_3O_4-TiO_2$)



Рис. 3. Начало эксперимента (создание темноты в стакане со смесью)

ЛИТЕРАТУРА

1. Оболенская Л.Н., Савинкина Е.В., Кузьмичева Г.М. // Кристаллография. 2018. Т. 63. № 2. С. 271–274.
2. He Y., Grieser F., Ashokkumar M. // Ultrasonics Sonochemistry. 2011. V. 18. № 5. P. 974–980.
3. Kosa, S.A., El Maksod, I.H., Hegazy, E.Z. et al. // Silicon. 2020. V. 12. P. 813–820.
4. Aguilar-Méndez M.Á., Espinosa-Solares T., Guerrero F.M. et al. // IET nanobiotechnol. V. 14. № 1. P. 94–97.
5. Щербakov А. Б., Иванов В. К. // М.: Изд-во Московского. университета. 2019. 367 с.

КОРРОЗИОННЫЕ РИСКИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ДЛЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Илья К.¹

Руководитель работы: Блохина В.А.¹
Научный консультант: Жильцова О.А.²

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

² ИФХиЭ им. А.Н. Фрумкина РАН, 119991, Москва, Ленинский проспект, д. 31, корп. 4, office@phycs.ac.ru

Цель работы. Разработка учебно-методического материала для школьников для уяснения ими особенностей и рисков коррозионных разрушений конструкционных материалов на основе железа в условиях контакта с другими металлами.

Эксперимент строился следующим образом: фиксировалась изменения во времени потенциалов коррозии ($\varphi_{\text{корр}}$) на поверхности исследуемых образцов (углеродистая сталь Ст 3, медь и сталь Ст 3 с медью в контакте) в капле водного раствора 10 % H_2SO_4 при комнатной температуре (относительно хлорсеребряного электрода сравнения).

На графике (рис. 3.) можно отследить, как менялись значения $\varphi_{\text{корр}}$ на стали Ст 3, находящейся в контакте с медью. В первые 30 сек. $\varphi_{\text{корр}}$ соответствовал значениям, полученным на стали Ст 3; а на 32 секунде эксперимента был осуществлен контакт Ст 3 с медью: значения потенциала коррозии резко сдвинулись в положительную сторону и на 40–45 секунде зафиксировались в интервале значений $\varphi_{\text{корр}}$ между Ст 3 и Cu (рис. 1 и 2).

Полученные данные позволяют сделать заключение, что контакт углеродистой стали с медью создает условия для развития окислительных процессов на поверхности стали, то есть ускоряет коррозионный процесс стали в данной коррозионной среде.

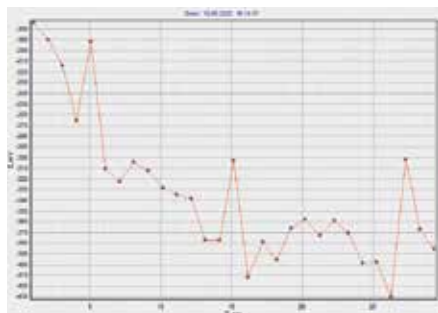


Рис. 1. Изменения значений потенциалов коррозии на стали Ст 3 в 10% H_2SO_4

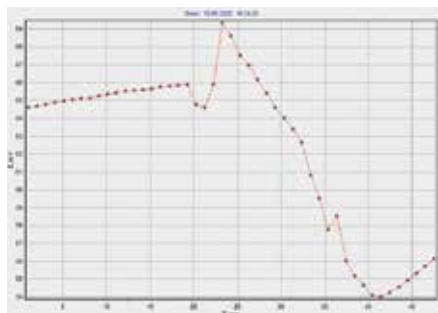


Рис. 2. Изменения значений потенциалов коррозии на меди в 10% H_2SO_4

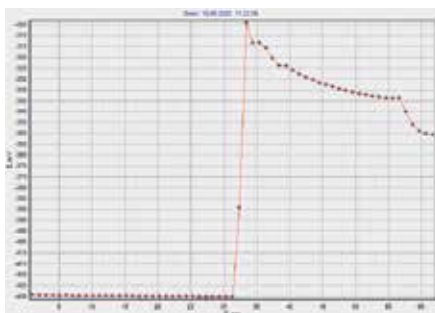


Рис. 3. Изменения значений потенциалов коррозии на стали Ст 3, находящейся в контакте с металлической медью, в 10% H_2SO_4 во времени

ЛИТЕРАТУРА

1. Томашов Н.Д., Чернова Г.П. Теория коррозии и коррозионностойкие конструкционные сплавы. М.: «Металлургия». 1986.
2. Жильцова О.А. Исследование коррозии железа с использованием цифрового микроскопа // Юный химик. 2006. № 2.

СИНТЕЗ СОЛИ МОРА

Роман К.¹

Руководитель работы: Шульгин А.Т.¹

¹ ГБОУ «Лицей “Вторая школа” им. В.Ф. Овчинникова», 119333, Москва, ул. Фотиевой, д. 18, sluch.mi@sch2.ru

В химических справочниках и руководствах по препаративной химии одним из основных физических свойств вещества авторы указывают цвет его кристаллов. В литературных источниках у кристаллов гексагидрата сульфата железа(II)-аммония, впервые синтезированного и введённого в аналитическую практику Ф. Мором [1], указан различный цвет: светло-голубой [2], бледно-голубовато-зелёный [3], синевато-зелёный [4], светло-зелёный [5].

Эта проблемная задача была решена сравнением цветов кристаллов гидратов сульфатов марганца(II), кобальта, никеля и меди с цветами кристаллов гидратов их двойных солей с сульфатом аммония. Цвета кристаллов гидратов сульфатов и их двойных солей обусловлены аквакомплексами. Ионы аммония и сульфат-ионы бесцветны и не образуют комплексы с ионами металлов. Кристаллы гидратов солей одного металла не различаются по цвету. Различаются они исключительно интенсивностью окраски.

В работе была сформулирована гипотеза: цвет кристаллов соли Мора менее интенсивный чем цвет кристаллов гептагидрата сульфата железа(II). Однако в литературных источниках также нет единства по цвету кристаллов железного купороса: от голубого до зелёного. За основу было принято замечание в [4], в котором утверждается, что свободный от примесей железа(III) гептагидрат сульфата железа(II) имеет голубой цвет и устойчив на воздухе. Таким образом, цвет кристаллов соли Мора должен быть светло- или бледно-голубым.

Для экспериментальной проверки выдвинутой в работе гипотезы предложен синтез соли Мора из железа, серной кислоты

и сульфата аммония, очищенного от примесей железа (III). Для приготовления раствора сульфата железа (II) использовались сталь и реактив «восстановленное железо». В качестве источника стали были взяты канцелярские скобы и строительные гвозди. Взаимодействие железных материалов с раствором серной кислоты проводилось под слоем уайт-спирита. Раствор сульфата аммония от примесей железа (III) очищался сероводородом, который получался взаимодействием сульфида железа с серной кислотой непосредственно в растворе сульфата аммония под слоем уайт-спирита. Кристаллизация соли Мора проводилась в закрытой колбе под слоем уай-спирита в атмосфере углекислого газа.

Полученные кристаллы соли Мора по разработанной схеме синтеза имели бледно-голубой цвет. При их сушке на воздухе они частично окислились и приобрели бледно-голубовато-зелёный цвет.

ЛИТЕРАТУРА

1. F. Mohr, Lehrbuch der chemisch-analytischen Titrimethode, nach eigenen Versuchen und systematisch dargestellt, Bd. 1, 2 Bde. Braunschweig: Friedrich Vieweg und Sohn, 1859.
2. Ключников Н.Г. Руководство по неорганическому синтезу. М.: Химия, 1965. 392 с.
3. ГОСТ 4208–72. Соль закиси железа и аммония двойная серноокислая (соль Мора).
4. Карякин Ю.В., Ангелов И.И. Чистые химические вещества. М.: Химия, 1974. 408 с.
5. Рабинович В.А., Хавин З.Я. Краткий химический справочник. Л.: Химия, 1991. 432 с.

КАЛЬЦИТ, АРАГОНИТ И ВАТЕРИТ — ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ И ПРЕВРАЩЕНИЙ РАЗНЫХ ПОЛИМОРФНЫХ ФОРМ КАРБОНАТА КАЛЬЦИЯ

Александр К.¹

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

Научный консультант: Григорьев А.Н.^{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, dekanat@chem.msu.ru

Карбонат кальция — это одно из самых распространенных соединений в природе. Нам известны слова известняк, мрамор, мел. Структурные особенности выделяют кальцит, арагонит и ватерит, а также гидратированные карбонаты и аморфный CaCO_3 [1]. Первые три называют полиморфными модификациями: обладая одинаковым составом, их свойства сильно отличаются. Именно они стали объектом нашей работы.

Применяя метод спонтанной кристаллизации, мы получили осадки из насыщенных растворов ацетата кальция и карбоната натрия, нагретых до разных температур (25 °С, 45 °С, 80 °С). Наблюдали разный характер кристаллизации. Осадки получали разной дисперсности, что отражалось на времени фильтрования. По данным литературы [1, 2], меняя температуру, можно влиять как на дисперсность, так и на фазовый состав.

Полученные образцы представляли собой смесь кристаллов различной формы (иголок и призм), а также размеров. Фазовый состав оказался неоднородным (изучен методом рентгенофазового анализа), а соотношение фаз в ряду кальцит-арагонит-ватерит оказалось обратным температуре нагревания растворов 25 °С—45 °С—80 °С, т. е. с увеличением температуры доля кальцита ста-

новилась меньше. Согласно закону Оствальда [1], при высоком пересыщении образуется самая растворимая форма, которая последовательно через процессы перерастворения и кристаллизации переходит в наименее растворимую: от ватерита к арагониту и вюрциту. Важным фактором является кинетика кристаллизации, изучение которой мы рассмотрим в следующих экспериментах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Феоктистова Н.А. Микросферы ватерита как основа для создания многофункциональных носителей биологически активных веществ. Дисс. к.х.н. М.: МГУ. 2019. 145 с.
2. Трушина Д.Б. Структура и свойства частиц ватерита с регулируемым размером и их применение в качестве основы носителей для доставки лекарственных веществ. Дисс. к.ф.-м.н. М.: МГУ. 2016. 131 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ КАК ФУНКЦИЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ОТ ВРЕМЕНИ С ПОМОЩЬЮ ПРОИЗВОДНОЙ

Константин К.¹,
Игорь С.¹

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

¹ МБОУ Лицей «Физико-техническая школа», 249034, Обнинск,
ул. Осенняя, д. 17, k.krivokolisko@mail.ru, is11032005@mail.ru

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

В обучении математическому анализу многие студенты ВУЗов испытывают значительные трудности [1]. Некоторые из них считают, что данная ситуация связана с отсутствием явных связей с практической действительностью. Для решения этой проблемы в отношении студентов химических факультетов целесообразно рассмотреть применение основных методов из курса математического анализа в обращении к моделям химической кинетики. Рассмотрение именно в этой области физической химии оправдывается тем, что математический аппарат уравнений и функций в ней довольно разнообразен [2].

Работа посвящена изучению особенностей кинетических уравнений химических реакций, в частности, элементарных реакций n -ого ($n = 0, 1, 2$) порядка и триады сложных реакций (обратимой реакции, последовательной реакции, параллельной реакции). Их рассмотрение как функций концентрации от времени с помощью производной позволяет проверить наличие и положение минимумов и максимумов, выпуклостей, областей значений и т. д.

В работе кинетическое уравнение рассматривалось как явная функция одной переменной типа $y = f(x)$, где y — значение функции (зависимая переменная), то есть значение концентрации

участника реакции, x — аргумент функции (независимая переменная), то есть время, f — правило зависимости y от x , то есть временная зависимость концентрации при постоянных внешних условиях (например, температуре, давлении и т.д.). Для нее определялась первая производная $y' = f'(x)$ и вторая производная $y'' = f''(x)$. На основании этого проводился общий анализ функций от одной переменной [3].

Выработанные в ходе исследования результаты могут быть использованы в качестве упражнений по математическому анализу как в случае учащихся высших учебных заведений химического профиля, так и в случае учащихся 10 и 11 классов лицеев и гимназий естественнонаучного профиля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Салахов А.З. Проблемы преемственности изучения основ математического анализа в школе и ВУЗе // Известия ДГПУ. 2010. № 2. С. 124–130.
2. Еремин В.В. Теоретическая и математическая химия для школьников. Подготовка к химическим олимпиадам. М.: МЦНМО. 2018. 640 с.
3. Дымарский Я.М. Лекции по математическому анализу: учебное пособие. В трёх частях. Ч. I. Функции одной переменной. М.: МФТИ. 2020. 236 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЖЕЛЕЗА И МЕДИ С ПОМОЩЬЮ ЦИФРОВОГО МИКРОСКОПА

Иван К.¹

Руководитель работы: Блохина В.А.¹
Научный консультант: Жильцова О.А.²

¹ ГБОУ Школа 171, 119146, Москва, 2-я Фрунзенская ул., д. 7А,
171@edu.mos.ru

² ИФХиЭ им. А.Н. Фрумкина РАН, 119991, Москва, Ленинский
проспект, д. 31, корп. 4, office@phycs.ac.ru

Цель работы: разработка учебного видеомодуля для школьников для уяснения ими особенностей электрохимического взаимодействия железа и меди

Для достижения поставленной цели мы проводили следующий эксперимент: на предметное стекло с нанесенной на него полихлорвиниловой пленкой с небольшим отверстием последовательно помещали: образец фольги железа армо, каплю дистиллированной воды, несколько кристаллов соли сульфата меди. С помощью устройства цифрового микроскопа (Intel Play QX3) фиксировали динамику развития химической реакции при комнатной температуре с увеличением в 60 раз.

На 15 сек. эксперимента (рис. 1) удалось зафиксировать момент, когда все исходные компоненты химической реакции уже присутствуют в реакционной среде, но процесс еще только начинается. На фото, представленном на рис. 2, зафиксирован момент, когда растворение сульфата меди в капле воды уже началось — вокруг кристаллов соли уже образовался окрашенный раствор, а на поверхности образца железа зафиксирован участок с восстановленной металлической медью. Мы считаем, что восстановление начинается в месте случайного повреждения поверхностного оксида железа — там, где металлическая подложка железа кон-

тактирует с водным раствором CuSO_4 . Этот участок и является самым начальным местом кристаллизации восстановленной меди. Важно отметить, как только сформировался первый начальный кристаллик меди на поверхности железа, самопроизвольно образуется электрохимическая пара металлов «железо—медь», находящаяся в водном растворе электролита: создаются условия для дальнейшего развития данного процесса — окисления железа и восстановления меди.



*Рис. 1. Фото (из видео-модуля):
момент погружения кристаллов
соли CuSO_4 в каплю воды
с находящимся там железом*



*Рис. 2. Фото (из видео-модуля):
развитие процесса
восстановления меди
на поверхности железа
(30 сек. эксперимента)*

ЛИТЕРАТУРА

1. Томашов Н.Д., Чернова Г.П. Теория коррозии и коррозионностойкие конструкционные сплавы. М.: «Металлургия». 1986.
2. Жильцова О.А. Исследование коррозии железа с использованием цифрового микроскопа // Юный химик. 2006. № 2.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ СИНТЕЗА КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ME^{+3} (ME - Sm, Gd) С ОРГАНИЧЕСКИМИ ЛИГАНДАМИ И ИЗУЧЕНИЕ ИХ СВОЙСТВ

Макар Л.¹

Руководитель работы: Луценко И.А.²

Научный консультант: Мишенина А.А.²

¹ ГБОУ Школа № 1533 ЛИТ, 119296, Москва, Ломоносовский проспект, д. 16, 1533@edu.mos.ru

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

Координационные соединения на основе лантаноидов в последнее десятилетие находятся в активной фазе своего изучения, поскольку имеют достаточно широкий круг их практического применения, например: хемосенсоры в аналитической химии (обнаружение органических и неорганических компонентов — аналитов); создание органических светодиодов (OLED); в медицине в качестве фосфоресцентных меток для иммуноанализа (обладают высокой монохроматичностью излучения), в магнитно-резонансной томографии (МРТ) и т. д. Данные свойства достигаются путем направленного дизайна за счет введения лигандов, содержащих целевые функциональные группы (ароматические заместители, хелатирующие фрагменты и т. д.). В представляемой работе получены гомометаллические комплексы Sm и Gd с анионами лимонной кислоты (HCitr) и пентафторбензойной (pfbenz) соответственно.

Полученные комплексы были охарактеризованы методами ИК-спектроскопии, элементного анализа, а структура расшифрована методом РСА (рентгеноструктурный анализ). Фазовая чистота подтверждена данными РФА (рентгенофазовый анализ). Термическое поведение соединений, исследованное методом синхронного термического анализа (СТА).

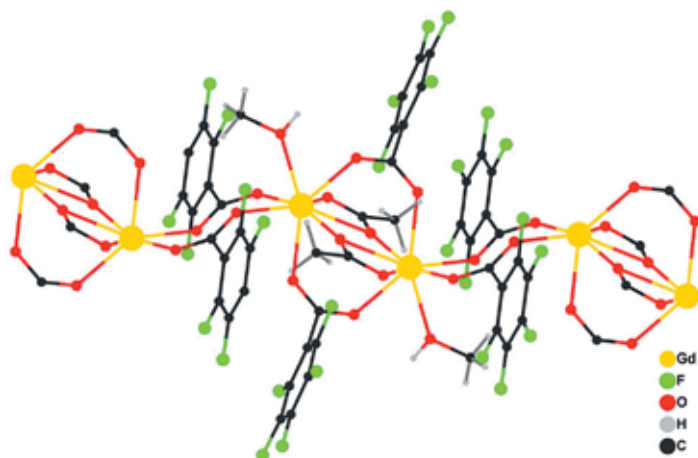


Рис. 1

ЛИТЕРАТУРА

1. Sudhindra N. Misra, Minaz A. Gagnani, Indira Devi M., Ram S. Shukla, Biological and Clinical Aspects of Lanthanide Coordination Compounds. 2004.
2. Солонина И.А. Особенности комплексообразования нитратов лантаноидов с нейтральными азотсодержащими лигандами. М. 2007.
3. Dr. Sara Lacedra, Dr. Eva Toth, Lanthanide Complexes in Molecular Magnetic Resonance Imaging and Theranostics. 2017.

СИНТЕЗ И СТРОЕНИЕ КОМПЛЕКСОВ Ca(II)-Cr(III) И Ba(II)-Cr(III) С АНИОНАМИ ДИКАРБОНОВЫХ КИСЛОТ И 1,10-ФЕНАНТРОЛИНОМ

Софья Н.¹

Руководитель работы: Бажина Е.С.²

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

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

Известно, что карбоксилатные комплексы 3d-металлов являются перспективными предшественниками смешанно-оксидных материалов, обладающих различными функциональными свойствами [1]. В частности, соединения $M^{II}-Cr^{III}$ ($M^{II} = Ca, Ba$) могут быть использованы для получения сложных оксидов $CaCr_2O_4$ и $BaCr_2O_4$ высокой степени чистоты путем твердофазного термоллиза в мягких условиях [2].

В данной работе найдены подходы к синтезу гетерометаллических соединений Ca(II)-Cr(III) и Ba(II)-Cr(III) с анионами малоновой кислоты и ее замещенных аналогов (H_2R_2mal). Показано, что варьирование групп-заместителей R в анионе R_2mal^{2-} в сочетании с введением в реакционную систему хелатирующего N-донорного лиганда позволяет управлять составом и строением получаемых координационных соединений.

Установлено, что взаимодействие нитрата хрома (III) с $Ca(R_2mal)$ или $Ba(R_2mal)$ и 1,10-фенантролином (phen) в соотношении 1 : 2 : 2 приводит к формированию соединений, построенных на основе анионных «блоков» $[Cr(R_2mal)_2(phen)]$, связанных ионами щелочноземельного металла. В системе с бариевой солью диметилмалоновой кислоты (H_2Me_2mal) кристаллизуется тетраядерный комплекс $\{Ba_2Cr_2\}$ (рис. 1А), а при переходе к циклобутан-1,1-дикарбоновой (H_2cbdc) и циклопропан-1,1-дикарбоновой (H_2cpdc)

кислотам — триядерные комплексы $\{\text{BaCr}_2\}$ (рис. 1Б). При замене Ba^{2+} на Ca^{2+} в реакциях с $\text{Me}_2\text{mal}^{2-}$, cbdc^{2-} и cpdc^{2-} происходит образование биядерных комплексов $\{\text{CaCr}\}$ (рис. 1В), в то время как с анионами малоновой кислоты в аналогичных условиях выделяется тетраядерный комплекс $\{\text{Ca}_2\text{Cr}_2\}$. Состав и строение всех полученных соединений установлены методом РСА.

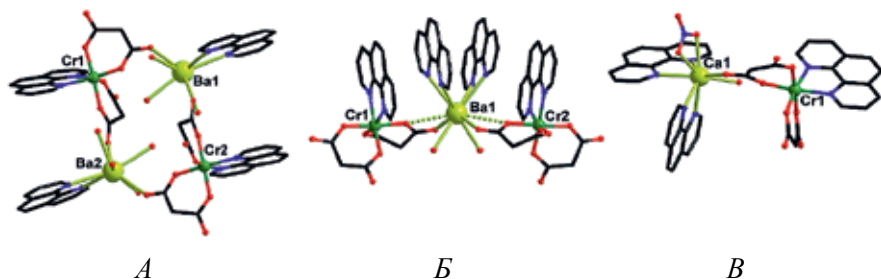


Рис. 1

ЛИТЕРАТУРА

1. Коротеев П.С., Доброхотова Ж.В., Новоторцев В.М. Гетерометаллические карбоксилатные комплексы — прекурсоры смешанных оксидов. Часть I. Карбоксилаты s-d-металлов // Рос. хим. ж. 2016. Т. 60. № 1. С. 3–16.
2. Androš L., Jurić M., Popović J., Pajić D., Zadro K., Molčanov K., Žilić D., Planinić P. 1D Heterometallic Oxalate Compounds as Precursors for Mixed Ca–Cr Oxides — Synthesis, Structures, and Magnetic Studies // Eur. J. Inorg. Chem. 2014. V. 2014. P. 5703–5713.

САМОДЕЗИНФИЦИРУЮЩАЯ АКРИЛОВАЯ КРАСКА С НАНО-AG

Сабина Н.¹

Руководитель работы: Оболенская Л.Н.¹

¹ ГБОУ Школа № 2065, 108811, Москва, г. Московский, 3-й микрорайон, д. 8, puptagomedova.79@bk.ru

Впервые синтезировано нано-Ag для придания акриловой краски бактериостатических [1] свойств с использованием в качестве *sapping agents* аммиака и акрилат-ионов [2] самой краски (для снижения инфицированности различных поверхностей в медучреждениях). Цель — получение (из аммиакатов; сонохимическим [1, 3] и термолитическим [1] способами) и изучение нано-Ag в акриловой краске.

Сначала был проведён сонохимический синтез (I). Для приготовления образца были использованы: AgNO_3 , NH_4NO_3 , KOH , $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, 80 мл H_2O . Уз обработка длилась 10 мин. Обнаружилось, что при введении 80 мл краски на 0,8 ммоль Ag (образец «I-1») золь стабилен в течение, как минимум, 6 мес. хранения при ст.у.; при 16-кратном уменьшении объёма краски («I-2») коагуляция Ag (почернение реакционной смеси) произошла мгновенно; при 4-кратном уменьшении («I-3») — только 5 мин. (а в случае 20-кратного разбавления пробы реакционной смеси дистиллированной водой — через 8 суток).

Второй способ синтеза — термическое разложение $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ из полученного предварительно Ag_2O). Далее половину реактива Толленса смешали с краской и через 24 ч подвергли обработке при 160 °C (5 мин.; «II»). Вторую половину реактива Толленса накапали на плёнку краски, сохшей 24 ч., и обработали в тех же условиях (Ag «III»). Обе плёнки (на Cu пластине) стабильны не менее 3 мес.

В электронном спектрокопии поглощения краски с нано-Ag (полученным первым способом) видна полоса плазмонного резонанса около 450 нм [4], отсутствующая в ЭСП образца сравнения (рис. 1).

Для плёнок из обоих образцов, полученных способом I (рис. 2), перепад высоты поверхности не превышает 300 нм; в плёнке из образца, полученного с меньшим объёмом краски, наночастиц Ag гораздо меньше (вкрапления с продольным размером около 150 нм и высотой 10–20 нм)

Для рельефа всех участков плёнок «II» и «III», характерна «нитевидная» аperiодическая структура со средним сечением «нитей» от 100 нм до 500 нм. При этом перепад высот рельефа образцов с Ag уменьшился по сравнению с чистой краской примерно в 2 раза (300 нм против 600 нм). Сканы.

С помощью сертифицированного «Антибиотеста» (ООО «Эко-тест», г. Пушкино) была обнаружена не уступающая фурацилину бактериостатическая активность образца «I-3», разбавленного в 200 раз.

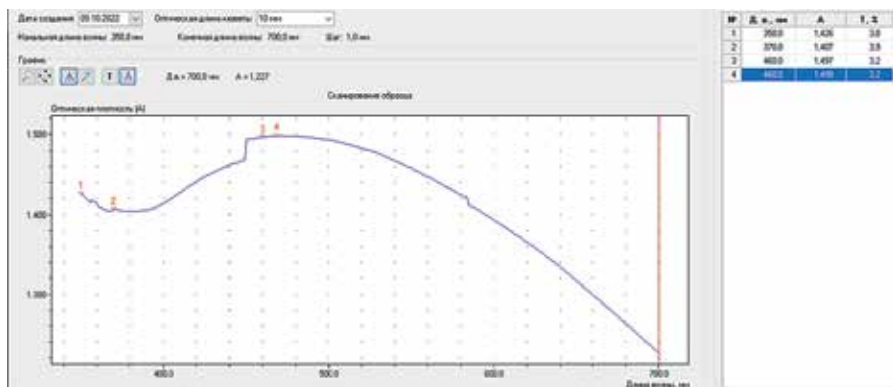


Рис. 1. ЭСП краски с нано-Ag, полученным первым способом («I-3»; проба разбавлена водой в 500 раз)

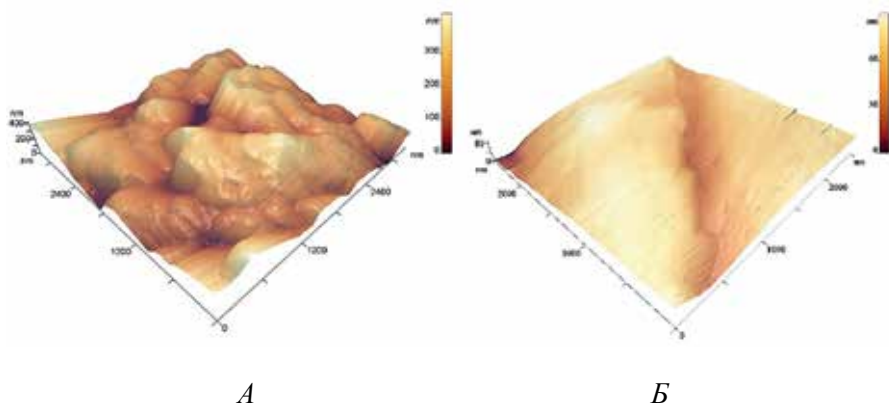


Рис. 2. А — 3d-рельеф образцов краски с нано-Ag (I) с добавлением 80 мл краски; Б — с добавлением 20 мл краски

ЛИТЕРАТУРА

1. Сергеев Б.М., Кирюхин М.В., Прусов А.Н. и др. // Вестник МГУ. Химия. 1999. Т. 40. № 2. С. 129–133.
2. Щербаков А. Б., Иванов В. К. // Изд-во Московского. университета, М. 2019. С. 368.
3. Закаилова Е.И., Уянга Т., Меркушкин А.О. и др. // Усп. хим. и хим. технол. 2014. Т. 28. № 6. С. 95–97.
4. Богатырёв В.А., Дыкман Л.А., Хлебцов Н.Г. // Саратов: СГУ им. Н.Г. Чернышевского, 2009. 35 с.

ЦВЕТОВАЯ ГАММА КЕРАМИЧЕСКИХ ГЛАЗУРЕЙ: КАК МОЖНО СМЕШИВАТЬ ЦВЕТА, ПОЛУЧАЯ НОВЫЕ

Тимофей С.¹

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

Научный консультант: Григорьев А.Н.^{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, dekanat@chem.msu.ru

Глазурью называют сплошное стекловидное покрытие на глинистом черепке или металлической поверхности. Они могут служить для того, чтобы изделие стало химически стойким, либо плотным и непроницаемым для воды, а также они придают необходимую окраску [1, 2]. В нашей работе мы сосредоточились на последней особенности глазурей и решили разобраться, что влияет на их цвет. Также обратили внимание на исходное (до обжига) состояние глазурей — это порошки или водные суспензии, имеющие цвет, который обычно сильно отличается от финального покрытия.

Мы выяснили, в чем разница между окраской и глушением стекла, познакомились с физико-химическими закономерностями процесса окрашивания [1], а также выполнили эксперимент по сложению цветов. Для изучения цветовой гаммы мы использовали трехкомпонентную систему с цветами RGB (красный, зелёный и синий). Для этого взяли следующие глазури: «Калипсо красный», «Селадон зелёный» и «Кобальт синий» с температурой плавления 1050 °С. Далее составили треугольник, в вершинах которого были эти цвета, а каждая из сторон являлась двухкомпонентной системой. Проводили смешивание цветов пропорционально массам сухих порошков.

После обжига получили 15 образцов. Оказалось, что смешивание цветов неаддитивно. Чтобы выяснить причину, мы выяснили составы глазурей и предположили взаимное влияние красящих компонентов.

В результате работы выяснили, что смешивание глазурей разных цветов может дать непредсказуемый результат. Применение трехкомпонентной системы, использованной в работе, позволяет быстро устанавливать возможную цветовую гамму. Отклонения от аддитивности цветов связано с химическими превращениями смешиваемых компонентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Блюмен Л.М. Глазури. М.: Гос. изд. лит. по строит. делам. 1954. 171 с.
2. <https://digitalfire.com>.

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДНЫХ 2,4-Д КИСЛОТЫ КАК ПРЕПАРАТОВ ГЕРБИЦИДНОГО ДЕЙСТВИЯ

Олеся Т.¹,
Сафия Д.¹

Руководители работы: Сероваткина Н.И.¹, Козлова Л. С.¹

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

Пшеница является одной из главных зерновых культур, культивируемых в России, значительно снижает ее урожайность высокая засоренность посевов сорными растениями. Поэтому проблема борьбы с сорной растительностью является одной из первоочередных в земледелии. Необходимо разрабатывать и внедрять новые гербицидные препараты, исследовать проблемы устойчивости сорных растений к гербицидам [1].

2,4-Д (2,4-дихлорфеноксисукусная кислота) — действующее вещество системных гербицидов, подавляет процессы роста и развития у многих двудольных широколистных сорных растений в посевах зерновых.

Работа посвящена органическому синтезу эфиров 2,4-Д, анализу их гербицидных свойств и исследованию влияния, оказываемого ими на обрабатываемые злаковые культуры.

Поскольку основной гербицидный эффект эфир имеет за счет кислоты, для синтеза можно использовать практически любой спирт. В данной работе использовали пентанол-2 и октанол-1 [2]. Спектральный анализ, проведенный в ИИХР ЦВТ «ХимРар», показал строение продуктов синтеза, представленное на рис. 1.

Полученные вещества исследовали в сравнении с образцом промышленного гербицида СПРУТ ЭКСТРА™. Препараты разводили по инструкции к промышленному препарату и вносили

распылением. Изменения во внешнем виде агрокультуры и сорняков фиксировали в одинаковые даты для всех участков.

В результате проведенной работы было установлено, что синтезированные препараты обладают заметным гербицидным действием, а также отмечено их выраженное ауксиновое действие [3], что позволяет судить о механизме гербицидного действия синтезированных эфиров.

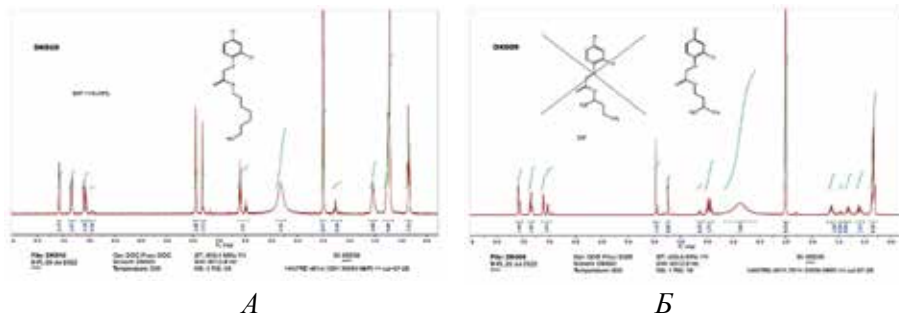


Рис. 1. ^1H -ЯМР-спектр октилового (А) и 1-метилбутилового (Б) эфира 2,4-дихлорфенилоксиуксусной кислоты

ЛИТЕРАТУРА

1. Мельников Н. Н. Пестициды. Химия, технология и применение// М.: Химия, 1987. 712 с.
2. Патент RU 2069655 Валитов Р. Б. и др. Способ получения C7–C9 алкиловых эфиров хлорзамещенных феноксиуксусных кислот.
3. Rahman A. et al. Auxin, actin and growth of the Arabidopsis thaliana primary root // The Plant Journal. 2007. Т. 50. № 3. Р. 514–528.

ЗАМЕЩЕННЫЕ МАЛОНАТЫ МЕДИ(II)-КАЛИЯ: КРИСТАЛЛИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ, ПУТИ МОДИФИКАЦИИ, ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ

Михаил Т.^{1,2}

Руководитель работы: Гоголева Н.В.²

¹ ГБОУ Школа «Покровский квартал», 105064, Москва, Большой Казенный пер., д. 9, mihail.tugushev@gmail.com

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

Малоновая кислота и ее замещенные аналоги, проявляя широкий диапазон типов координации и образуя устойчивые комплексы с d-металлами, являются перспективными объектами для изучения возможности тонкой настройки структуры координационных соединений и их физико-химических свойств (например, магнитных, термических) [1, 2].

Осуществлено варьирование заместителя малонат-аниона и обнаружено влияние его природы на строение выделяющихся соединений. Реакцией триметилацетата меди(II) с калиевой солью малоновой кислоты в EtOH получены Cu(II)-K координационные полимеры, каркасный 1,1-циклопропандинарбоксилат $[K_2Cu(cpdc)_2(H_2O)_3]_n$ (рис. 1А), слоистый бутилмалонат $[CuK_2(bumal)_2(H_2O)_2]_n$ и цепочечный бензилмалонат $[K_4Cu_2(Bzmal)_4(H_2O)_7]_n$ (рис. 1Б). Еще одним способом модификации соединений является замена иона калия на атомы d-металлов. Оказалось, что при введении нитрата $AgNO_3$ в реакцию взаимодействия $Cu(NO_3)_2$ с калиевой солью малоновой кислоты в воде Cu(II)-Ag слоистый полимер $[CuAg_2(cbdc)_2]_n$ кристаллизовался только для 1,1-циклобутандикарбоновой кислоты, в случае же cpdc и bumal выделялись гомометаллические 2D-полимеры $[Cu(cpdc)]_n$, $[Cu(bumal)(H_2O)]_n$.

Выделенные соединения охарактеризованы по данным РСА,

РФА, ИК-спектроскопии и СНН-анализа. Исследована биологическая активность $[K_4Cu_2(Bzmal)_4(H_2O)_7]_n$ *in vitro* в отношении непатогенного штамма *Mycolicibacterium smegmatis*.

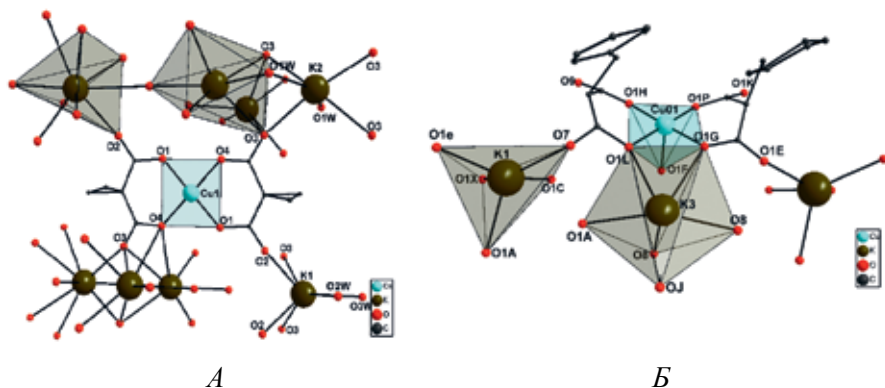


Рис. 1

ЛИТЕРАТУРА

1. Rodriguez-Martin Y., Hernandez-Molina M., Delgado F.S., Pasan J., Ruiz-Peres C., Sanchiz J., Lloretc F., Julve M. Structural versatility of the malonate ligand as a tool for crystal engineering in the design of molecular magnets // Cryst. Eng. Comm. 2002. P. 522–535.
2. Bazhina E.S., Gogoleva N.V., Zorina-Tikhonova E.N., Kiskin M.A., Sidorov A.A., Eremenko I.L. Homo- and heteronuclear architectures of polynuclear complexes containing anions of substituted malonic acids: synthetic approaches and analysis of molecular and crystal structures // J. Struct. Chem. 2019. V. 60, №. 6. P. 855–881.

ПОЛУЧЕНИЕ МЕТОДОМ ШАБЛОННОГО СИНТЕЗА КОЛЛОИДНЫЕ РАСТВОРЫ

Виктория У.¹,
Ирина П.¹

Руководитель работы: Платонычева О.В.¹
Научный консультант: Кожина Е.П.²

¹ ГБОУ Школа № 1502 «Энергия», 111555, Москва, ул. Молодцовых, д. 10А, 1502@edu.mos.ru

² МПГУ, Москва, 119991, ул. Малая Пироговская, д. 1, стр. 1, mail@mpgu.su

Работа посвящена изучению метода шаблонного синтеза, основных этапов получения анизотропных систем магнитных жидкостей и созданию коллоидных растворов.

Актуальность исследования метода шаблонного синтеза состоит в том, что с помощью него можно получить магнитную жидкость, состоящую из раздробленных нанопроволок, применяемую в различных рядах сфер жизни. К примеру: в медицине, биомедицине, биологии и даже в быту.

С помощью данной жидкости осуществляется адресная доставка лекарств. Магнитоуправляемые частицы используются для лечения рака, ферромагнитные нанотрубки предложены для использования при конструировании элементов гибкой электроники: наноконденсаторов, датчиков направления магнитного поля и магнитных элементов памяти. [4,5,6]

Чтобы подробнее изучить данный метод, было принято решение выполнить практическую часть: вырастить магнитные никелевые нанопроволоки на основе трековой мембраны, из которых впоследствии и будет получена магнитная жидкость. [1,2,3]

Будет использована трековая мембрана с диаметром пор, равным 100 нм, что позволит по графику электроосаждения контролировать процесс осаждения металла в поры и получить

нанопроволоки заданной длины. Используя ультразвук, будут получены наночастицы.

Проект выполнен в лаборатории МПГУ. Материалы и оборудование предоставлено МПГУ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Еженедельник ОИЯИ «Дубна» № 16 (2009). <http://nuclphys.sinp.msu.ru/mirrors/m031.htm>.
2. Шаблонный синтез микроструктур железа на основе трековых мембран // Письма в ЖТФ, 2018, том 44, вып. 14, (В.Г. Семенов, С.А. Бедин, В.Е. Асадчиков, А.Б. Васильев). <https://journals.ioffe.ru/articles/viewPDF/46346>.
3. Криставчук О.В. Трековые мембраны, модифицированные наночастицами серебра 1.4.15 — Химия твердого тела. Дисс. // Объединенный институт ядерных исследований. Лаборатория ядерных реакций им. Г.Н. Флерова. 2022.
4. Абашкин Д., Чугунов А., Панов А. Наночастицы — инструмент адресной доставки лекарств. <https://biomolecula.ru/articles/nanochastitsy-instrument-adresnoi-dostavki-lekarstv>.
5. Cure For Cancer: Coating Cells With Nanoparticles May Boost Drug Efficiency (By AvaneeshPandey 03/20/17 AT 8:16 AM)
6. Каниюков Е.Ю., Шумская Е.Е., Кутузов М.Д. и др. Ферромагнитные нанотрубки в порах трековых мембран для элементов гибкой электроники // Текст научной статьи по специальности «Нанотехнологии». <https://cyberleninka.ru/article/n/ferromagnitnye-nanotrubki-v-porah-trekovyh-membran-dlya-elementov-gibkoy-elektroniki>.

НОВЫЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ ПО ФЕНТОНУ

Анастасия Ф.¹

Руководитель работы: Оболенская Л.Н.¹

¹ ГБОУ Школа № 2065, 108811, Москва, г. Московский, 3-й микрорайон, д. 8, gudn.fedchenko@gmail.com

Цель работы — получение наноструктурированных катализаторов: Fe_3O_4 [1] и его композита с $\text{TiO}(\text{O}_2)$ [2] с использованием форм железа, загрязняющих природные воды, для очистки воды по Фентону [3].

Основные результаты (по сути, этапы работы, перемежавшиеся с литературным поиском):

1. Сонохимически получили нано- Fe_3O_4 на катионообменной смоле HCR, сорбенте AC1 [1] и лигнине, используя Fe^{3+} из проб воды Зимёнковского ручья (все формы железа окисляли кипячением с H_2O_2).

2. Изучили образцы методом электронной спектроскопии поглощения, причём впервые — в матрице полиэтилена, предварительно подвергнутого крейзингу и гидрофилизации (рис. 1).

3. Отсканировали образцы зондовым микроскопом, доказав нанометровый рельеф Fe_3O_4 (рис. 2).

4. Проверили эффективность образца лигнин/нано- Fe_3O_4 для снижения до ПДК содержания аПАВ и БПК в пробах воды загрязнённой р. Ликова (фото-Фентон [3]; $V(\text{проб})$ до 5 л; рис. 3).

5. Получили $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-TiO}(\text{O}_2)$, в котором пероксогруппы стабилизированы кристаллической решёткой оксида $\text{Ti}(\text{IV})$ [2] и доказали, что при ст.у. он не выделяет O_2 , а при облучении УФ или видимым светом выделяет (рис. 4), значит, м.б. использован в «фото-Фентоне» без H_2O_2 .

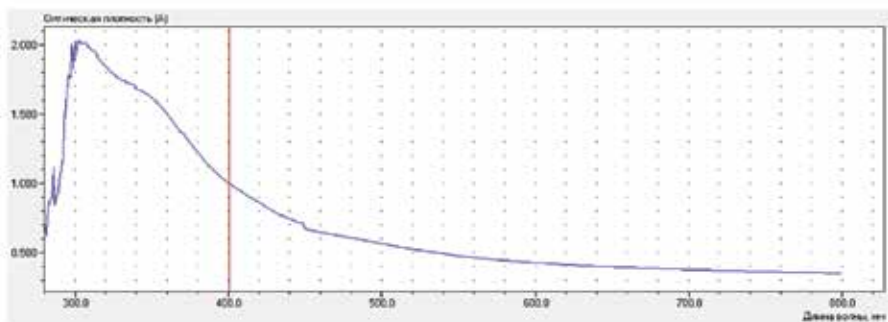
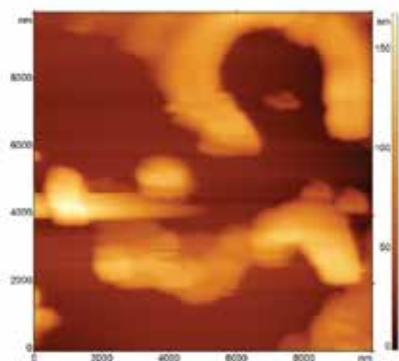
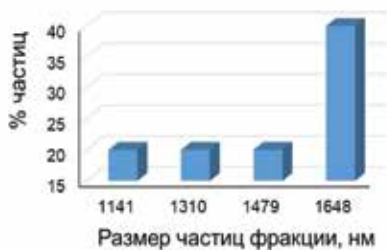


Рис. 1. Электронный спектр поглощения композита Fe_3O_4 /полиэтилен; совпадает с приведённым в [4]



A



B

Рис. 2. A — участок плёнки из образца лигнин/нано- Fe_3O_4 ; B — распределение планарных размеров частиц

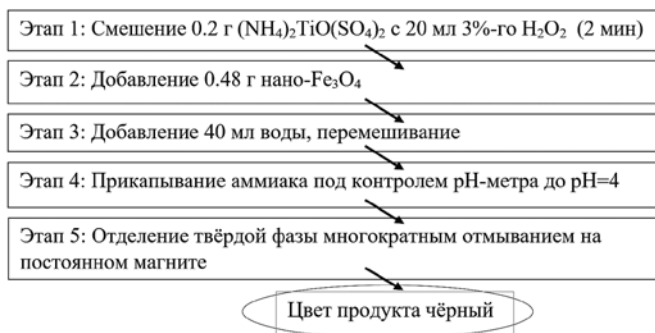


A

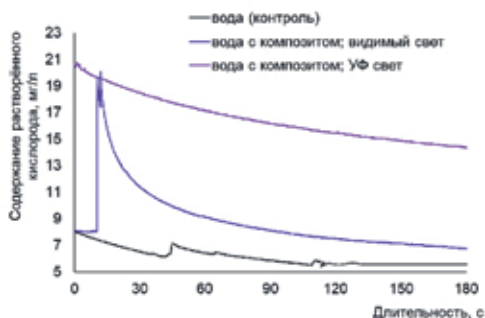


B

Рис. 3. Проведение процесса фото-Фентона (под видимым светом) для очистки проб воды из р. Ликова объёмом 0,5 л (A) и 5 л (B)



A



B

Рис. 4. A — схема синтеза,
B — результаты первичного испытания $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-TiO}(\text{O}_2)$

ЛИТЕРАТУРА

1. Федченко А.С. // Потенциал (хим-био). 2022. Т. 83. № 1. С. 53–63.
2. Savinkina E.V., Obolenskaya L.N., Kuzmicheva G.M. et al. // CrystEng-Comm. 2015. V. 17. PP. 7113–7123.
3. Wang C., Jiang R., Yang J., Wang P. // Frontiers in chemistry. 2022. 10:939407.
4. Aguilar-Méndez M.Á., Espinosa-Solares T., Guerrero F.M. et al. // IET nanobiotechnol. V. 14. No. 1. P. 94–97.

ГОМО- И ГЕТЕРОМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ЦИТРАТКАРБОКСИЛАТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ Cu(II) С 1,10-ФЕНАНТРОЛИНОМ: СИНТЕЗ, СТРОЕНИЕ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ

Софья Ц.¹

Руководитель работы: Кошенкова К.А.²

Научный консультант: Луценко И.А.²

¹ ГБОУ Школа № 1505, 107061, Москва ул. 2-я Пугачевская, д. 6А,
1505@edu.mos.ru

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

Противостояние вирусным и инфекционным заболеваниям является основной задачей современной медицины. И хотя с открытия Робертом Кохом микобактерии *Mycobacterium tuberculosis* прошло уже более 140 лет, туберкулез и сегодня является одной из 10 ведущих причин смерти в мире. Развитие различных видов природной и лекарственной устойчивостей создает глобальную проблему для терапии этого заболевания.

Одно из направлений противотуберкулезных исследованиях связано с поиском биологически активных молекул с новым механизмом действия. Возможно, такими соединениями могут стать комплексы металлов. А комбинация биогенных металлов (Cu, Zn, Fe) с лантаноидами в одной молекуле способно расширить область применения таких соединений в медицине [1].

Комплексообразователем выступала медь, поскольку является важным микроэлементом для живых организмов, она участвует во всех аспектах метаболизма, включая детоксикацию свободных радикалов и метаболизм железа.

В качестве основной органической молекулы была выбрана лимонная кислота (Hcit³⁻) — необходимое звено в системе биохимических реакций клеточного дыхания (цикл Кребса), также

Нсitr отвечает за поддержание рН-равновесия в организме. Для усиления биологической активности в качестве N-донорного лиганда был выбран 1,10-фенантролин (phen); комплексы d-металлов, содержащие фенантролиновые фрагменты, обладают антибактериальными, противоопухолевыми и др. свойствами благодаря способности лиганда взаимодействовать с молекулами ДНК.

Целью данного исследования была работка методики синтеза цитраткарбоксилатных гомо и гетерометаллических соединений меди (II) с 1,10-фенантролином.

Был получен биядерный комплекс меди (II) состава $[Cu_2(citr)_2(phen)_2]$ (1) (рис. 1), который в дальнейшем использовался в качестве исходного для получения гетерометаллического комплекса меди (II) с Eu. Подтверждение нового комплекса была доказана методом ИК-спектроскопии. Оба соединения были протестированы на биологическую активность *in vitro* в отношении непатогенного штамма *M. smegmatis*.

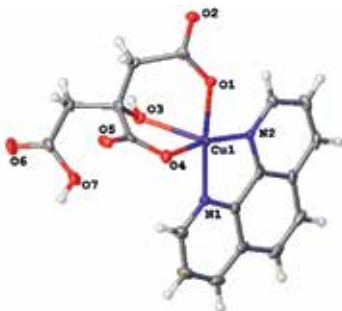


Рис. 1. Ассиметричный фрагмент комплекса $[Cu_2(citr)_2(phen)_2]$ (1)

ЛИТЕРАТУРА

1. Irina A. Lutsenko, Dmitry E. Baravikov, Kseniya A. Koshenskova et al. What are the prospects for using complexes of copper(II) and zinc(II) to suppress the vital activity of Mycolicibacterium smegmatis? // RSC Advances. 2022. V. 9. № 12. P. 5173–5183.

МОДЕЛЬНЫЙ СОЛНЦЕЗАЩИТНЫЙ КРЕМ С НАНОЧАСТИЦАМИ ДИОКСИДА ЦЕРИЯ КАК УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫЙ ФИЛЬТР

Амаль Э.¹

Руководитель работы: Чопорова Ж.В.¹

Научный консультант: Гудилин Е.А.²

¹ ГБОУ Школа № 1575, 123319, Москва, ул. Усиевича, д. 6,
1575@edu.mos.ru

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

Тема достаточно актуальна. Летом в средней полосе России довольно часто бывают дни, когда показатель солнечного излучения выше нормы и нужно защищаться от сильного солнечного излучения с помощью крема. [1]. Ультрафиолетовое солнечное излучение неблагоприятно действует на кожу человека, вызывая повреждения ДНК клеток. Солнцезащитный крем с наночастицами диоксида титана хорошо защищает от излучения, но эти наночастицы создают окислительный стресс клеткам [2]. Учёные показали, что возможно использование в качестве добавки к солнцезащитному крему наночастиц диоксида церия, которые безопасны для организма и нецитотоксичны [3].

В процессе работы получен золь наночастиц диоксида церия. Размер наночастиц составил приблизительно 74 нм. Создан модельный крем, содержащий золь наночастиц диоксида церия, стабилизированных пантенолом. [4] Для определения способности крема отражать УФ лучи была использована методика жёлтых квадратов [5]. Эксперименты под ультрафиолетовой лампой показали защиту кожи курицы на уровне солнцезащитных средств с маркировкой SPF 30.



Рис. 1

ЛИТЕРАТУРА

1. Киселёв Ю.П., Ямщикова Д.С. Живые системы. М.: Просвещение, 2020.
2. Abdolhossein Miri , Honeyeh Beiki , Mina Sarani. Наночастицы оксида церия: биосинтез, цитотоксичность и защита от ультрафиолета. Препринт. 2020, июль, <https://www.preprints.org/manuscript/202007.0487/v1/download>.
3. Щербаков А.Б. и др. Наноматериалы на основе диоксида церия: свойства и перспективы использования в биологии и медицине. <https://cyberleninka.ru/article/n/nanomaterialy-na-osnove-dioksida-tseriya-svoystva-i-perspektivy-ispolzovaniya-v-biologii-i-medsine>. Дата обращения к ресурсу: 17.06.2021.
4. Как это устроено? Крем от загара // Физика. ИД «1 сентября». 2013. № 7. С.45–46.
5. Щербаков А. Б., Иванов В. К. Практикум по наноматериалам и нанотехнологиям. М.: Изд-во Московского Университета, 2019.

ГИДРОФОБНЫЙ СОРБЕНТ НА ОСНОВЕ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА, МОДИФИЦИРОВАННОГО СИЛОКСАНОМ

Анастасия Я.¹

Руководитель работы: 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, Ленинские горы,
д. 1, стр. 3, химический факультет, dekanat@chem.msu.ru

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 выдерживать 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. М.Ю. Белова. Графит ИГ и ТРГ (краткий обзор). М., 2007.
4. Н.Е. Сорокина, В.В. Авдеев, А.С. Тихомиров, М.А. Лутфуллин, М.И. Саидаминов. Композиционные наноматериалы на основе интеркалированного графита. М., 2010.
5. Сорбция // Википедия. М., 2018.