

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



**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**  
**второй научно-практической конференции**  
**для школьников**  
**«Неорганическая химия и материаловедение:**  
**поколение NEXT»**

ИОНХ РАН  
15 декабря 2021 года

**Вторая 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:*

15 декабря 2021 года

*Место проведения:*

ИОНХ РАН (Ленинский пр., 31)

## СОДЕРЖАНИЕ

- А. Раффи*  
ИЗВЛЕЧЕНИЕ СОЛЕЙ ЛИТИЯ ИЗ РАСТВОРОВ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕРЕФТАЛАТА КОБАЛЬТА. . . . . 7
- А. Алсу, Г. Артём*  
ПОИСК МИКРОЧАСТИЦ ПЛАСТИКА  
В ВОДЕ РАЗЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ. . . . . 9
- А. Кира*  
ГИДРОФОБНЫЕ СОРБЕНТЫ УГЛЕВОДОРОДОВ  
НА ОСНОВЕ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО  
ГРАФИТА, МОДИФИЦИРОВАННОГО  
ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИМИ ФАЗАМИ . . . . . 11
- Б. Алиса*  
СИНТЕЗ И ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА  
ГЕТЕРОАНИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ ЕВРОПИЯ . . . . . 13
- Б. Павел*  
НОВЫЕ ПЕНТАФТОРФЕНИЛАЦЕТАТНЫЕ  
КОМПЛЕКСЫ МАРГАНЦА(II): СИНТЕЗ,  
ХИМИЧЕСКАЯ МОДИФИКАЦИЯ, СТРОЕНИЕ . . . . . 15
- Б. Дарья*  
ИНДИКАТОРНАЯ СИСТЕМА НА ОСНОВЕ  
НАНОЧАСТИЦ ДИОКСИДА ЦЕРИЯ . . . . . 17
- Г. Руслан*  
СОЗДАНИЕ, РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ  
ИЗГОТОВЛЕНИЯ АНТИБАКТЕРИАЛЬНОГО  
ПЛАСТЫРЯ НА ГИДРОКОЛЛОИДНОЙ МАССЕ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА. . . . . 19

<i>Е. Данил</i>	СИНТЕЗ И СТРОЕНИЕ КОМПЛЕКСОВ $Zn(II)$ И $Zn(II)-Eu(III)$ С 4,4'-ДИНОНИЛ-2,2'-ДИПИРИДИЛОМ И АНИОНАМИ КАРБОНОВЫХ КИСЛОТ .....	21
<i>К. Диана, П. Ульяна</i>	СИНТЕЗ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ, МОДИФИЦИРОВАННОЙ НАНОЧАСТИЦАМИ $SeO_2$ С АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ.....	23
<i>К. Виктория</i>	МОДЕЛЬ НЕЙРОСЕТИ TEACHABLE MACHINE ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАЗВАНИЯ ИМЕННЫХ КОЛЬ В ШКОЛЬНОМ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОМ ПРАКТИКУМЕ .....	25
<i>К. Екатерина</i>	ЕГИПЕТСКИЙ СИНИЙ: СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ДРЕВНЕГО ПИГМЕНТА.....	27
<i>К. Алексей, Р. Иван</i>	ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛЕНОК ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ОКСИДА ГРАФЕНА С ВВЕДЕННЫМИ В НЕГО СОЛЯМИ.....	29
<i>М. Георгий</i>	МЕТОДИКА ПОЛУЧЕНИЯ ДВУМЕРНОГО МАТЕРИАЛА $Ti_3C_2$ РАЗЛИЧНОЙ ДИСПЕРСНОСТИ .....	31

<i>М. Алиса</i>	ФИЛЬТРОВАНИЕ ВОДЫ КАК ОДИН ИЗ СПОСОБОВ ЕЁ ОЧИСТКИ . . . . .	33
<i>М. Иван</i>	ПОЛУЧЕНИЕ $Ti_3AlC_2$ МЕТОДОМ САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩЕГОСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СИНТЕЗА . . . . .	35
<i>М. Дарья</i>	СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА ИЗ ВОДНОГО РАСТВОРА НИТРАТА СЕРЕБРА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИХ ДЛЯ СОЗДАНИЯ АКТИВНОЙ УПАКОВКИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ . . . . .	37
<i>М. Софья, Я. Даниил</i>	РАЗДЕЛЕНИЕ И ОБНАРУЖЕНИЕ ГАЛОГЕНИД-ИОНОВ МЕТОДОМ БУМАЖНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ . . . . .	39
<i>Н. Ирина</i>	ОБНАРУЖЕНИЕ АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ В ПРЕПАРАТАХ ШИПОВНИКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТОНКОСЛОЙНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ . . . . .	41
<i>Р. Рамазан</i>	ПОЛУЧЕНИЕ $\{ZnSA\}$ КООРДИНАЦИОННЫХ ПОЛИМЕРОВ ИЗ ГЕТЕРОМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МОЛЕКУЛЯРНЫХ КОМПЛЕКСОВ . . . . .	43
<i>С. Екатерина, М. Ольга</i>	ОПРЕДЕЛЕНИЕ $\beta$ -КАРОТИНА В РАСТЕНИЯХ МЕТОДОМ ТОНКОСЛОЙНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ . . . . .	45

*Ш. Константин*

ОСОБЕННОСТИ ОКИСЛЕНИЯ НА ВОЗДУХЕ  
КОБАЛЬТОВЫХ СПЛАВОВ С ВЫСОКИМ  
СОДЕРЖАНИЕМ ХРОМА И РЕНИЯ. .... 47

*Ш. Станислав*

МОДЕЛЬ СЖИМАЮЩЕГОСЯ ЯДРА ..... 49

*Е. Таисия*

ПОЛУЧЕНИЕ ЗОЛОТЫХ НАНОЧАСТИЦ  
С АНТИОКСИДАНТНЫМ ДЕЙСТВИЕМ  
ДЛЯ ПОСЛЕДУЮЩЕГО ДЕРМАТОЛОГИЧЕСКОГО  
И КОСМЕТОЛОГИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ ..... 50

# ИЗВЛЕЧЕНИЕ СОЛЕЙ ЛИТИЯ ИЗ РАСТВОРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕРЕФТАЛАТА КОБАЛЬТА

А. Раффи<sup>1</sup>

Руководитель работы: Шмелев М.А.<sup>2</sup>, Шадрова О.И.<sup>1</sup>

Научный консультант: Сидоров А.А.<sup>2</sup>, Еременко И.Л.<sup>2</sup>

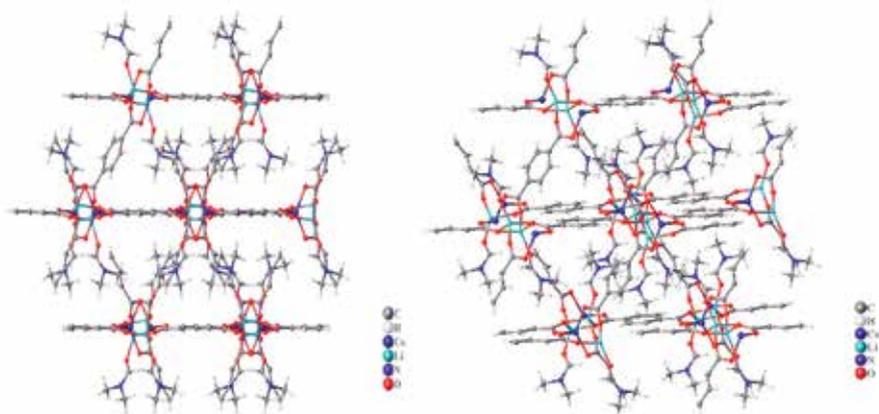
<sup>1</sup> ГБОУ Школа № 2098 им. Героя Советского Союза Л.М. Доватора,  
125635, Москва, ул. Ангарская, 22А, 2098@edu.mos.ru

<sup>2</sup> ИОНХ РАН, 119991, Москва, Ленинский пр-т, 31,  
info@igic.ras.ru

В связи с ростом добычи и использования лития, например в литий-ионных аккумуляторах, остро стоит проблема извлечения этого металла из уже отработанных источников тока. Это довольно длительный и сложный процесс, который также является затратным и не очень эффективным, так как современные методы не позволяют извлечь из использованного аккумулятора больше 40% лития.

В рамках данной работы нами была предложена методика извлечения солей лития из растворов при помощи малорастворимого терефталата (ter) кобальта состава  $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})(\text{ter})]_n$  [2], которая заключается в получении малорастворимых Li-Co координационных полимеров из реакции твердого терефталата кобальта 1 с находящимися в растворе солями лития.

В результате гидротермального синтеза, в котором на осадок терефталата кобальта 1 действовали раствором нитрата лития были выделены кристаллы 3D полимера  $\{\text{Li}_2\text{Co}(\text{DMF})(\text{ter})_2\}_n$  (2, рис. 1). В соединении 2 можно выделить 1D полимерную цепь, построенную из  $\{\text{Li}_2\text{Co}\}$  фрагментов, каждая из которых связана с шестью аналогичными фрагментами с формированием каркасной структуры. Для анализа полноты осаждения солей лития из раствора была проведена серия синтезов с различным соотношением соединения 1 и солей лития в воде и диметилформамиде.



*Рис. 1. Фрагмент кристаллической упаковки соединения 2*

### **Литература**

1. A.M. Gonopolsky, D.A. Makarenkov, V.I. Nazarov, M.I. Klyushenkova, A.P. Popov // *Recycling Lithium-containing Compounds from Spent Current Sources*. 2019. V. 23, P. 12.
2. M. Kurmoo, H. Kumagai, M.A. Green, B.W. Lovett, S.J. Blundell, A. Ardavan, J. Singleton // *J. Solid State Chem.*, 2001, V. 159. P. 343.

# ПОИСК МИКРОЧАСТИЦ ПЛАСТИКА В ВОДЕ РАЗЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

А. Алсу<sup>1</sup>, Г. Артём<sup>1</sup>

Руководитель работы: Канатьева А.Ю.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> ГБОУ Школа № 1532, 119270, Москва, ул. Профсоюзная, 156, к. 6,  
manoilolea@mail.ru

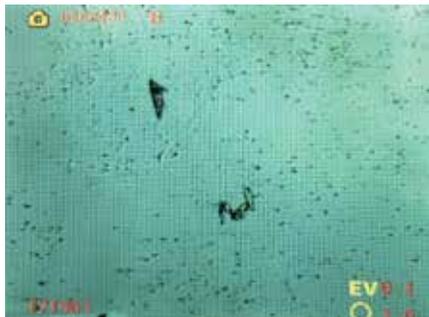
<sup>2</sup> ИНХС РАН, 119991, Москва, Ленинский пр-т, 29,  
kanatieva@ips.ac.ru

Проведено микроскопическое исследование шести образцов воды различного происхождения и дана оценка возможных источников микрочастиц пластика в воде на основе их морфологии и истории образца.

Целью работы является оценка возможных источников микрочастиц пластика в воде различного происхождения на основе их морфологии. Для анализа были отобраны шесть образцов воды: водопроводная вода непосредственно из системы водоснабжения; водопроводная вода, пропущенная через бытовой фильтр; прокипяченная водопроводная вода; талая вода; питьевая бутилированная вода; дистиллированная вода, приготовленная и упакованная в тару в лаборатории.

Обнаружение и фотографирование микрочастиц пластика было выполнено с использованием цифрового микроскопа BRESSER LCD 50K-2000K. Во всех исследованных образцах были обнаружены микрочастицы различной формы, преимущественно фрагменты и волокна, но количество и морфология частиц отличались от образца к образцу. Наиболее крупные частицы были обнаружены в образце прокипячённой водопроводной воды. Наибольшее количество частиц обнаружено в образце водопроводной воды, отобранной непосредственно из системы водоснабжения (рис. 1). Частицы пластика могут встречаться как в обработанной воде, так и в воде природного происхождения,

но количество и морфология их зависят от многих факторов. Наиболее важными из них являются тара, в которой хранится вода, и история очистки воды.



А



Б

*Рис. 1. Микрофотографии образца водопроводной воды, отобранной непосредственно из системы водоснабжения: А) на увеличении 4х (50 крат); Б) на увеличении 40х (500-кратное)*

# ГИДРОФОБНЫЕ СОРБЕНТЫ УГЛЕВОДОРОДОВ НА ОСНОВЕ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА, МОДИФИЦИРОВАННОГО ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИМИ ФАЗАМИ

А. Кира<sup>1</sup>

Руководители работы: Кусайло Г.Г.<sup>1</sup>

Научный консультант: Иванов А.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГКОУ Московский кадетский корпус, пансион воспитанниц  
Министерства обороны 125284, Москва, ул. Поликарпова, 21,  
ms-pans@mil.ru

<sup>2</sup> МГУ имени М.В. Ломоносова, 119991, Москва, Ленинские горы,  
1, стр. 3, химический факультет, dekanat@chem.msu.ru

Терморасширенный графит (ТРГ), содержащий феррит кобальта будет притягиваться к магниту, что позволит извлекать ТРГ с сорбированной нефтью с поверхности воды с помощью магнита.

Получен графит, модифицированный железосодержащими фазами [1].

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

Исследование сорбционных свойств таблеток из пенографита, полученного при 300 °С 400 °С, 500 °С в воде, октане и нефти [2].

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

ВТП пенографита — наибольшее при 300 °С и наименьшее при 500°С. Выход твердого продукта и объем пенографита уменьшается с увеличением температуры.

Сорбционная емкость в воде при разных температурах примерно одинакова мала, в октане и нефти с увеличением температуры возрастает.

Наибольшей сорбционной емкостью обладают таблетки, обработанные при 500 °С.

## **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.

# СИНТЕЗ И ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА ГЕТЕРОАНИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ ЕВРОПИЯ

Б. Алиса<sup>1</sup>

Руководитель работы: Шмелев М.А.<sup>2</sup>, Шадрова О.И.<sup>1</sup>

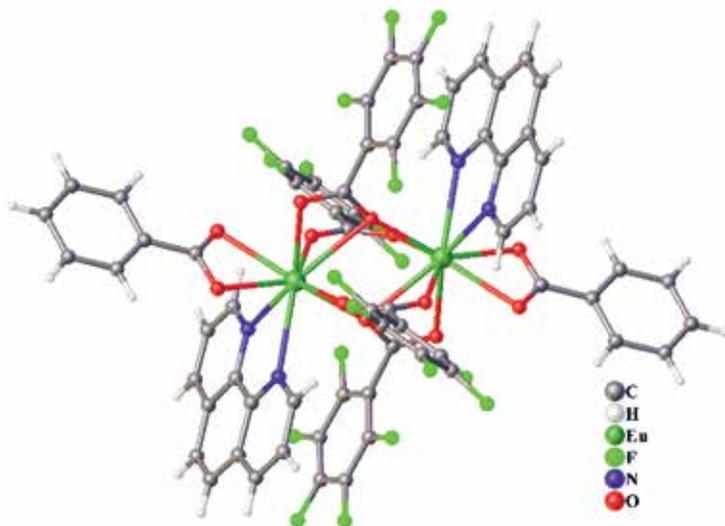
Научный консультант: Сидоров А.А.<sup>2</sup>, Еременко И.Л.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ГБОУ Школа № 2098 им. Героя Советского Союза Л.М. Доватора,  
125635, Москва, ул. Ангарская, 22А, 2098@edu.mos.ru

<sup>2</sup> ИОНХ РАН, 119991, Москва, Ленинский пр-т, 31,  
info@igic.ras.ru

Известно, что комплексы лантанидов обладают уникальными физико-химическими свойствами — магнитными, оптическими, каталитическими и другими. Комплексы РЗЭ могут использоваться в качестве функциональных материалов в различных областях: лазеры, системы освещения, электролюминесцентные приборы и диоды, электронно-лучевые трубки, сенсоры, катализ, био-медицинская визуализация и др. [1]. Подавляющее большинство люминесцирующих координационных соединений лантанидов имеют в своем составе только один тип карбоксилатных анионов. Тогда как примеры гетероанионных соединений, в структуре которых одновременно сочетаются несколько анионов ароматических монокарбоновых кислот, практически не описаны.

Нами было показано, что при взаимодействии пентафторбензоата и бензоата европия (III) (соотношение 1 : 1) в ацетонитриле формируется гетероанионный биядерный комплекс состава  $[\text{Eu}_2(\text{C}_6\text{H}_5\text{COO})_2(\text{C}_6\text{F}_5\text{COO})_4(\text{phen})_2]$  (1, phen — 1,10-фенантролин). Комплекс 1 демонстрирует яркую металл-центрированную люминесценцию в красной области спектра. Выявлено, что для полученного соединения 1 и его гомоанионного аналога значительно различаются значения квантовых выходов люминесценции ( $QLn/L = 74\%$  для 1 и  $50\%$  для  $[\text{Eu}_2(\text{C}_6\text{H}_5\text{COO})_6(\text{phen})_2]$ [2]).



*Рис. 1. Структура комплекса 1*

## ЛИТЕРАТУРА

1. Shmelev M.A., Polunin R.A., Gogoleva N.V. et al // *Molecules*. 2021. 26 (14). P. 4296.
2. Alexander O.T., Kroon R.E., Brink A., Visser H.G. // *Dalton Trans.* 2019. 48. P. 16074–16082.

# НОВЫЕ ПЕНТАФТОРФЕНИЛАЦЕТАТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ МАРГАНЦА(II): СИНТЕЗ, ХИМИЧЕСКАЯ МОДИФИКАЦИЯ, СТРОЕНИЕ

Б. Павел<sup>1,2</sup>

Руководитель работы: Гоголева Н.В.<sup>2</sup>

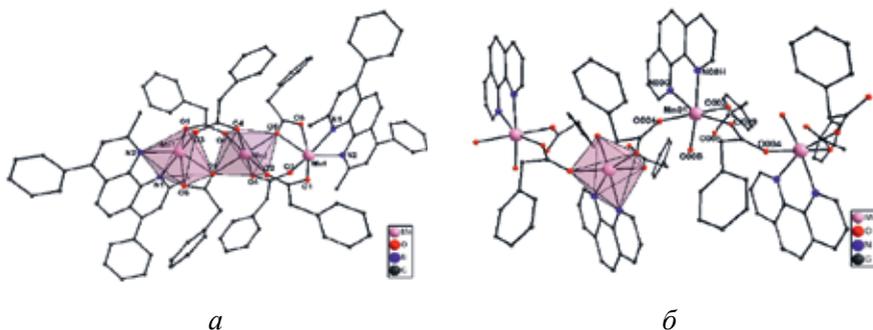
Научный консультант: Сидоров А.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ГБОУ Школа № 1575, 125319, Москва, ул. Усиевича, 6,  
1575@edu.mos.ru

<sup>2</sup> ИОНХ РАН, 119991, Москва, Ленинский пр-т, 31,  
gogolevanv@inbox.ru

В литературе была продемонстрирована способность координационных соединений марганца к люминесценции [1], а также их магнитоактивность [2]. Введение фторзамещенных лигандов позволяет влиять как на строение, так и на свойства получаемых соединений [3].

При взаимодействии  $Mn(NO_3)_2$ , калиевой соли пентафторфенилуксусной кислоты ( $KF_5Phac$ ) и 1,10-фенантролина ( $L=phen$ ) в  $MeCN-EtOH$  был выделен цепочечный полимер  $[Mn(F_5Phac)_2(phen)(H_2O)]_n$  (а). Использование 2,9-диметил-4,7-дифенил-1,10-фенантролина ( $bcup$ ) в качестве  $L$  приводит к обрыву полимерной цепи и кристаллизации трехядерного соединения  $[Mn_3(F_5Phac)_6(bcup)_2]$  (б). Отметим, что межмолекулярные взаимодействия наблюдаются в обоих случаях между ароматическими фрагментами  $L$  соседних цепей ( $phen$ ) или молекул комплекса ( $bcup$ ). Комплексы охарактеризованы по данным РСА, РФА, ИК-спектроскопии.



*Рис. 1*

## ЛИТЕРАТУРА

1. Qin Y., She P., Huang X., Huang W., Zhao Q. Luminescent manganese(II) complexes: Synthesis, properties and optoelectronic applications // *Coord. Chem. Rev.* 2020. V. 416, P. 213331.
2. Sen Ch., Kumar M., Nisa Z., Ashashi N.A., Frontera A., Sahoo S.Ch., Sheikh H.N. Coordination polymers of manganese(II), cobalt(II), nickel(II) and cadmium(II) decorated with rigid pyrazine-2,3-dicarboxylic acid linker: Synthesis, structural diversity, DFT study and magnetoluminescence properties // *Polyhedron.* 2020. V. 187, P. 114629.
3. Shmelev M.A., Kiskin M.A., Voronina J.K., Babeshkin K.A., Efimov N.N., Varaksina E.A., Korshunov V.M., Taydakov I.V., Gogoleva N.V., Sidorov A.A., Eremenko I.L. Molecular and polymer  $\text{Ln}_2\text{M}_2$  ( $\text{Ln} = \text{Eu, Gd, Tb, Dy}$ ;  $\text{M} = \text{Zn, Cd}$ ) complexes with pentafluorobenzoate anions: the role of temperature and stacking effects in the structure; magnetic and luminescent properties // *Materials.* 2020. V. 13. P. 5689.

# ИНДИКАТОРНАЯ СИСТЕМА НА ОСНОВЕ НАНОЧАСТИЦ ДИОКСИДА ЦЕРИЯ

Б. Дарья<sup>1</sup>

Руководители работы: Чопорова Ж.В.<sup>1</sup>,

Научный консультант: Гудилин Е.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ГБОУ Школа № 1575, 123319, Москва, ул. Усиевича, 6,  
1575@edu.mos.ru

<sup>2</sup> МГУ имени М.В. Ломоносова, 119991, Москва, Ленинские горы, 1

Тема достаточно актуальна. В связи с пандемией ковида ВОЗ были рекомендованы антисептики с содержанием перекиси водорода [1]. А содержат ли перекись водорода наши повседневные антисептики? Чтобы ответить на этот вопрос нужен индикатор. Таким индикатором могли бы стать фильтровальные бумажки, пропитанные раствором наночастиц диоксида церия. В литературе описана способность наночастиц диоксида церия окрашивать соединения с перекисью водорода [2–4].

Работа посвящена получению и исследованию индикаторной бумаги на основе наночастиц диоксида церия.

С использованием полученной индикаторной системы можно полуколичественно определять концентрацию перекиси водорода, в том числе, в антисептиках, содержащих воду и спирт. Реакция окрашивания перекисью является специфической для соединений церия и достаточно чувствительной, чтобы определять разбавленные растворы перекиси водорода.

Проект выполнен в школьной лаборатории. Вещества предоставлены ФНМ МГУ.



*Рис. 1.  
Коллоидный  
раствор  
наночастиц  
диоксида церия*



*Рис. 2. Индикаторная шкала*



*Рис. 3. Тест-полоски*

## ЛИТЕРАТУРА

1. Рекомендованные ВОЗ рецептуры антисептиков для рук // Документ с сайта <https://substa.ru/antiseptik-dlya-ruk-recipe-po-rekomendaczii-voz> 2020. С. 1–9.
2. Химическая энциклопедия, [https://gufo.me/dict/chemistry\\_encyclopedia/%D0%B8%D0%BD%D0%B4%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D1%8B](https://gufo.me/dict/chemistry_encyclopedia/%D0%B8%D0%BD%D0%B4%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D1%8B). Дата обращения к сайту 10.12.2020.
3. Щербakov А.Б. [и др.]. Наноматериалы на основе диоксида церия: свойства и перспективы использования в медицине // Биотехнология. 2011. Т. 4. № 1.
4. Иванов В.К. [и др.]. Необычные свойства диоксида кремния // Природа. 2011. № 3. С. 47–57.

# СОЗДАНИЕ, РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ АНТИБАКТЕРИАЛЬНОГО ПЛАСТЫРЯ НА ГИДРОКОЛЛОИДНОЙ МАССЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА

Г. Руслан<sup>1</sup>

Руководители работы: Чопорова Ж.В.<sup>1</sup>,

Научный консультант: Гудилин Е.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ГБОУ Школа № 1575, 123319, Москва, ул. Усиевича, 6,  
1575@edu.mos.ru

<sup>2</sup> МГУ имени М.В. Ломоносова, 119991, Москва, Ленинские горы, 1

В процессе работы была получена коллоидная основа на основе наночастиц серебра в матрице поливинилпирролидона. Препарат повиаргол применяют как повязку, которая имеет недостатки — быстро высыхает. Гидроколлоид лишён этого недостатка [1–2].

Изучен спектр антимикробного действия фармацевтической субстанции повиаргол. Проведён ряд экспериментов по выявлению минимальной дозировки активного вещества (наносеребра) при различных концентрациях: 0,25%, 0,5%, 1%, 3%, 5% препарата повиаргол. Выяснена минимальная концентрация вещества 1%. Получено сравнение с другими аналогами (Диоксидин, хлоргексидин) по посеву на бактерии, что показало хорошие антибактериальные свойства полученного препарата.

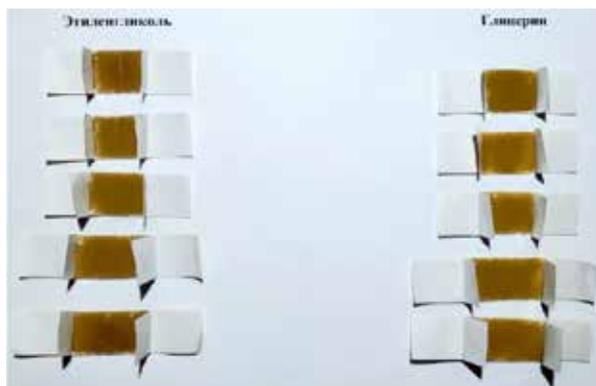
На коллоидной основе создан набухающий антимикробный пластырь с добавлением либо этиленгликоля, либо глицерина. Вместо этиленгликоля можно использовать глицерин, схожий по строению, только трехатомный спирт. Глицерин оказывает более мягкое действие и не ядовит. Полученный продукт обладает не только антибактериальными, но и антибиотико-резистентными свойствами [3–4]. Проект выполнен в школьной лаборатории. Вещества предоставлены ФНМ МГУ.



*Рис. 1. Гидроколлоидная масса*



*Рис. 2. Результаты посевов повиаргола с концентрацией 1%*



*Рис. 3. Готовые пластыри на основе этиленгликоля и глицерина*

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. С.Э. Ржеусский, В.В. Кугач, М.А. Валужева Экономические аспекты применения и антимикробная активность серебросодержащих лекарственных средств// Вестник фармации №2 (60) 2013 С. 25–30.
2. Афонина И.А., Краева Л.А., Ценева Г.Я. Бактерицидная активность коллоидного серебра в отношении представителей грамположительных и грамотрицательных бактерий // Антибиотики и химиотерапия. 2010. № 9–10. С. 11–13.
3. Kim J.H. et al. Antimicrobial effects of silver nanoparticles // Nano-medicine. 2007. Vol. 3, № 1. P. 95–101.
4. Отзыв об использовании препарата Повиаргол 3 ЦВКГ им. А.А. Вишневского, 2000.

# СИНТЕЗ И СТРОЕНИЕ КОМПЛЕКСОВ Zn(II) И Zn(II)-Eu(III) С 4,4'-ДИНОНИЛ-2,2'- ДИПИРИДИЛОМ И АНИОНАМИ КАРБОНОВЫХ КИСЛОТ

Е. Данил<sup>1,2</sup>

Руководитель работы: Гоголева Н.В.<sup>2</sup>

Научный консультант: Сидоров А.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ГБОУ Школа № 1575, 125319, Москва, ул. Усиевича, 6,  
1575@edu.mos.ru

<sup>2</sup> ИОНХ РАН, 119991, Москва, Ленинский пр-т, 31,  
gogolevanv@inbox.ru

Органические лиганды, содержащие протяженные алкильные фрагменты, могут быть перспективны для разработки жидкокристаллических материалов [1, 2], а комплексы цинка(II) с ними способны проявлять биологическую активность, служа прототипами для разработки новых лекарств. Введение ионов лантанида(III) в состав комплекса определяет проявление им магнитных и фотолюминесцентных свойств, которые могут варьироваться посредством химической модификации структуры.

Реакцией триметилацетата цинка(II) ( $\{Zn(piv)_2\}$ ) с 4,4'-динонил-2,2'-дипиридиллом (nbpy) был синтезирован моноядерный комплекс  $[Zn(piv)_2(nbpy)(H_2O)]$  (рис. 1а). При добавлении  $[Tb_2(piv)_6(Hpiv)_7]$  из раствора снова выделялся тот же гомометаллический комплекс. Введение же в реакционную среду дополнительного аниона 1,1-циклогександиуксусной кислоты ( $chda^{2-}$ ) позволило закристаллизовать гетерометаллическое тетраядерное соединение  $[Zn_2Tb_2(piv)_6(chda)_2(nbpy)_2]$  (рис. 1б), в котором сочетаются мостиковые анионы piv и  $chda^{2-}$ . Присутствие нонильных заместителей в bpy определяет хорошую растворимость комплексов как в полярных ( $H_2O$ , EtOH, MeCN), так и в неполярных

(гексан) средах. Комплексы охарактеризованы по данным РСА, РФА, ИК-спектроскопии.

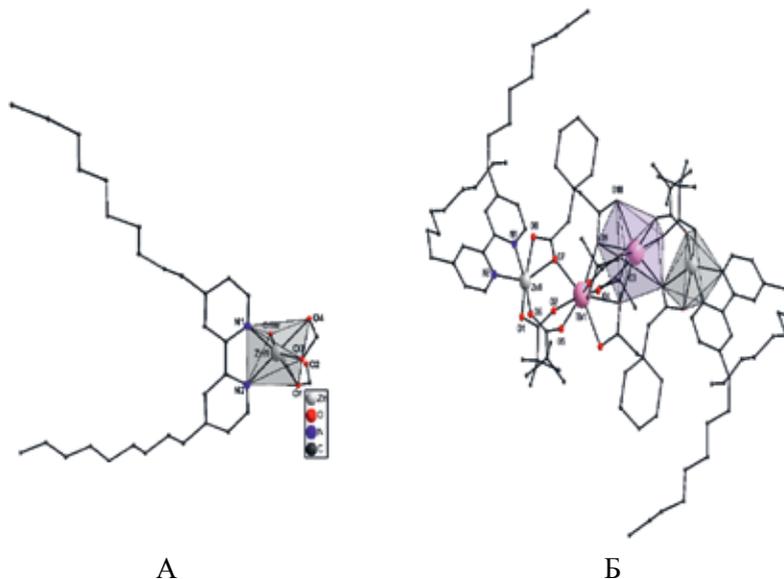


Рис. 1

## ЛИТЕРАТУРА

1. Pucci D., Bellini T., Crispini A., D'Agnano I., Liguori P.F., Garcia-Orduna P., Pirillo S., Valentini A., Zanchetta G. DNA binding and cytotoxicity of fluorescent curcumin-based Zn(II) complexes // *Med. Chem. Comm.* 2012. V. 3. P. 462–468.
2. Devadiga D., Ahipa T.N. A review on the emerging applications of 4-cyano-4'-alkylbiphenyl (nCB) liquid crystals beyond display // *Mater. Sci. Eng.: B.* 2022. V. 275. P. 115522.

# СИНТЕЗ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ, МОДИФИЦИРОВАННОЙ НАНОЧАСТИЦАМИ $\text{CeO}_2$ С АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ

К. Диана<sup>1</sup>, П. Ульяна<sup>1</sup>

Научный руководитель: Каменева С.В.<sup>2</sup>

Координатор от школы: Шабалин В.Г.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ГБОУ Школа № 1502 «Энергия», 111555, Москва,  
ул. Молостовых, 10а, 1502@edu.mos.ru

<sup>2</sup> ИОНХ РАН, 119991, Москва, Ленинский пр-т, 31,  
info@igic.ras.ru

Работа посвящена созданию материалов на основе биополимера — целлюлозы и диоксида церия, которые потенциально могут быть использованы как антибактериальные перевязочные средства. Нанодисперсный диоксид церия является перспективным материалом, обладающим антибактериальной активностью. К нему не вырабатывается резистентность у бактерий, поэтому он более эффективен, чем антибиотики [1,2,3].

Нами был проведен гидротермальный синтез золя  $\text{CeO}_2$  из  $(\text{NH}_4)_2\text{Ce}(\text{NO}_3)_6$ . Также был проведен кислотный гидролиз целлюлозы, чтобы сделать ее нанокристаллической. Далее мы провели ТЕМРО-окисление целлюлозы, чтобы ввести в полимерную цепь карбоксильные группы.

Путем смешивания водной дисперсии целлюлозы и водного золя  $\text{CeO}_2$  мы получили композитные материалы в виде пленок и гелей. Гелирование происходит в результате взаимодействия наночастиц  $\text{CeO}_2$  с карбоксильными группами ТЕМРО-окисленной целлюлозы, в ходе работы исследовали гелирование при различных концентрациях целлюлозы и диоксида церия. При концентрации  $\text{CeO}_2$  3,4 г/л и 16,2 г/л целлюлозы смесь гелировалась

за 7 дней. При концентрации  $\text{CeO}_2$  1,7 г/л и 16,2 г/л целлюлозы смесь не гелировалась.

Мы использовали физико-химические методы исследования (РЭМ, РФА, УФ-видимая спектроскопия, ИК-спектроскопия), чтобы охарактеризовать композитные материалы.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Susheel Kumar Nethi, Recent advances in inorganic nanomaterials for wound-healing applications, *Biomater. Sci.*, 2019, 7, 2652. С. 1.
2. А.Б. Щербаков, О.С. Иванова, Н.Я. Спивак, В.В. Козик, В.К. Иванов. Синтез и биомедицинские применения нанодисперсного диоксида церия. Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2016, 476 с.
3. Janja Stergar, Review of aerogel-based materials in biomedical applications, 2016.

# МОДЕЛЬ НЕЙРОСЕТИ TEACHABLE MACHINE ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАЗВАНИЯ ИМЕННЫХ КОЛБ В ШКОЛЬНОМ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОМ ПРАКТИКУМЕ

К. Виктория<sup>1</sup>

Руководитель работы: Веретнова Т.А.<sup>1</sup>

Научный консультант: Канатьева А.Ю.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ГБОУ Школа № 1532, 119270, Москва, ул. Теплый Стан, 13, к. 4,  
anastasiya.kanatyeva@yandex.ru

<sup>2</sup> ИНХС РАН, 119991, Москва, Ленинский пр-т, 29,  
kanatieva@ips.ac.ru

С использованием машинного обучения построена модель Teachable Machine, способная различать 8 видов именных колб. Для обучения модели собраны по 50 образцов изображений на класс: колбы Бунзена, Эрленмейера, Вюрца, Клайзена, Фаворского, Кьельдаля, Богданова, Энглера (минимальная выборка для обучения модели — по 8 образцов на класс). В качестве входных данных были использованы как фото, так и видео. Модель была обучена по 50 эпохам. Teachable Machine разделяет образцы на два сегмента — для обучения и для тестирования. Обучающие образцы составляют 85% всех образцов. Они используются для того, чтобы обучить модель разделять образцы по созданным классам. Тестовые образцы составляют 15% от всех образцов. Они никогда не используются для обучения модели, но нужны для тестирования. Тестовые образцы позволяют оценить, насколько хорошо модель справляется с классификацией образцов, которые видит впервые. «Эпоха» означает, что нейросеть изучила каждый пример обучающего сегмента хотя бы раз. Если это 50 эпох, как в нашем случае, это означает, что при обучении набор данных был обработан 50 раз. Для построенной модели определены значения точности на каждый класс, получена матрица ошибок, точность и потеря.

Точность — это процент классификаций, которые угадывает модель при обучении. Например, если модель верно классифицирует 80 образцов из 100, то ее точность будет 0,8 (80%). Если модель всегда дает правильный прогноз, ее точность будет равна 1. Точность нашей модели по тестовой выборке составляет более 80%. Точность можно увеличить, повысив количество обучающих образцов в каждом классе.

Потеря позволяет оценить, как хорошо модель научилась классифицировать наборы образцов. Если модель дает всегда правильный ответ, потеря равна нулю. Например, сравним процесс классификации двух разных объектов А и Б моделью. Модель правильно классифицировала образец А, хотя была уверена на 70%. Модель также правильно классифицировала образец Б, но была уверена уже на 90%. В этом случае потери будут меньше при классификации образца Б, а точность будет одинакова (образец классифицирован верно). Для построенной нами модели потери выходят на плато после 30-кратной обработки набора данных. Для уменьшения потерь необходимо добавление данных в обучающую выборку.

Готовая модель выгружена в открытый доступ в облачное хранилище и может работать автономно.

# ЕГИПЕТСКИЙ СИНИЙ: СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ДРЕВНЕГО ПИГМЕНТА

К. Екатерина<sup>1</sup>

Руководитель работы: Сеницына Е.В.<sup>1</sup>

Научный консультант: Канатьева А.Ю.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> ГБОУ Школа № 1532, 119270, Москва, ул. Теплый Стан, 13, к. 3, [sinitsyna\\_ev@1532.msk.ru](mailto:sinitsyna_ev@1532.msk.ru)

<sup>2</sup> ИНХС РАН, 119991, Москва, Ленинский пр-т, 29, [kanatieva@ips.ac.ru](mailto:kanatieva@ips.ac.ru)

Египетский синий — двойной силикат меди и кальция, получаемый прокаливанием смеси кварцевого песка с различной медной рудой. Египетский синий был, вероятно, первым синтетическим пигментом, известным человечеству: египтяне использовали его за 3000 лет до нашей эры. Аналогом этого пигмента является достаточно редкий природный минерал купрориваит, открытый в 1938 г. на территории Италии. Рецепт египетского синего был утерян на сотни лет из-за ошибки, допущенной Витрувием, и лишь в XX в. удалось получить данные о его составе.

Для приготовления египетского синего нами была использована рецептура, восстановленная Миланским Университетом в проекте «Archeologia Invisible», а также дополненные рецепты с использованием других соединений меди (таблица 1).

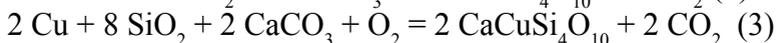
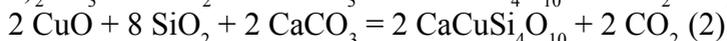
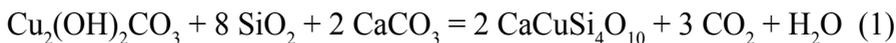
*Таблица 1. Составы смесей, использованных в работе*

Компонент	Масса, г		
	Рецепт 1*	Рецепт 2	Рецепт 3
Кварцевый песок $\text{SiO}_2$	3,19	3,19	3,19
Карбонат кальция (мрамор) $\text{CaCO}_3$	1,33	1,33	1,33
Карбонат натрия $\text{Na}_2\text{CO}_3$	0,5	0,5	0,5

\* Состав смеси проекта «Archeologia Invisible».

Компонент	Масса, г		
	Рецепт 1*	Рецепт 2	Рецепт 3
Малахит $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$	1,46	нет	нет
Оксид меди (II) $\text{CuO}$	нет	1,05	нет
Медь $\text{Cu}$	нет	нет	0,84

Уравнения реакций, соответствующие происходящему процессу, имеют вид:



Масса меди и оксида меди в рецептах 2 и 3 была рассчитана, исходя из количества вещества меди, необходимого для получения смешанного силиката меди и кальция. Для получения пигмента смесь реагентов помещали в фарфоровую чашку и перетирали, тщательно перемешивая, в течение 5 минут. После этого смесь помещали в тигель и прогревали в муфельной печи в течение 6 ч при температуре 800 °С. Смесь остужали внутри печи, помещали полученный блок в ступку и снова растирали. Порошок заливали 10% раствором соляной кислоты на 12 ч (ночь), после чего снова прокаливали в муфельной печи. Процесс повторяли несколько раз в зависимости от интенсивности синей окраски, которую необходимо получить. Приготовлено три образца египетского синего массой ~5 г, показана способность всех образцов к люминесценции в ближнем ИК-диапазоне.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛЕНОК ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ОКСИДА ГРАФЕНА С ВВЕДЕННЫМИ В НЕГО СОЛЯМИ

К. Алексей<sup>1</sup>, Р. Иван<sup>1</sup>

Научный консультант: н. с., к. х. н. Иони Ю.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ГБОУ Школа № 1568, 127221, Москва, пр-д Шокальского, 7, к. 2,  
1568@edu.mos.ru

<sup>2</sup> ИОНХ РАН, 119991, Москва, Ленинский пр-т, 31,  
info@igic.ras.ru

Нанокomпозиционные материалы в виде тонких пленок в данное время представляют большой интерес для фундаментальных и прикладных исследований. На сегодняшний день графен представляет собой самый тонкий материал из известных углеродных соединений [1]. На основе графеновых пленок создаются различные мембранные фильтры, сенсоры, покрытия [2, 3]. В данной работе были получены тонкие пленки (~100 мкм) на основе оксида графена, в который вводили различные соли под действием ультразвука. Оксид графена, используемый в данной работе, был получен по модифицированному методу Хаммерса, был исследован методами физико-химического анализа. Пленки были созданы путём медленного удаления воды из дисперсии оксида графена с солями различных металлов ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{3+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ). Все полученные образцы были охарактеризованы с помощью ИК-спектроскопии, рентгенофазового анализа и сканирующей электронной микроскопии. Согласно полученным данным, происходит послойное совместное осаждение оксида графена с введенной добавкой, при этом пленка оксида графена покрывает кристаллиты соли. Все полученные пленки обладали определенной прочностью и по своей структуре напоминали полимерные материалы.

В работе проводили исследования удельной поверхностной проводимости полученных пленок при помощи мультиметра (оценочно) и потенциостата-гальваностата четырёхзондовым контактным методом. Все полученные соединения являлись диэлектриками: для оксида графена сопротивление составляло 8 МОм/см<sup>2</sup> и увеличивалось до 27–41 МОм/см<sup>2</sup> при введении солей в его структуру. Вводимые соли вносят дефектность в структуру пленки оксида графена, что способствовало снижению ее проводимости в несколько раз.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. K.S. Novoselov, A.K. Geim, S.V. Morozov et al. Electric Field Effect in Atomically Thin Carbon Films. // *Science*. 2004. V.306. P. 666–669.
2. A. Osman, S. Leaper, N. Shokri et al. Dynamics of Salt Precipitation on Graphene Oxide Membranes // *Crystal Growth & Design*. 2019. V. 19, № 1, P. 498–505.
3. J.H. Choi, J.Lee, C.Y. Lee. Graphene-Based Gas Sensors with High Sensitivity and Minimal Sensor-to-Sensor Variation // *ACS Applied Nano Mater.* 2020. V. 3, № 3, P. 2257–2265.

# МЕТОДИКА ПОЛУЧЕНИЯ ДВУМЕРНОГО МАТЕРИАЛА $Ti_3C_2$ РАЗЛИЧНОЙ ДИСПЕРСНОСТИ

М. Георгий<sup>1</sup>

Руководитель работы: Харченко А.В.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> ГБОУ Школа № 171, 119270, Москва, ул. 2-я Фрунзенская, 7А, gogosha.m@yandex.ru

<sup>2</sup> МГУ имени М.В. Ломоносова, 119991, Москва, Ленинские горы, 1, стр. 3, kharchenko.andrey@gmail.com

Кубический карбид титана  $TiC$  известен как высокотвердый абразив. Однако сравнительно недавно было получено семейство гексагональных фаз состава  $Ti_{n+1}C_n$ . Их, по аналогии с графеном, называют максенами (MX-фазы, MXenes). MX-фазы являются перспективными в таких областях, как создание литий-ионных аккумуляторов (в сочетании с графеном), катализаторов, суперконденсаторов, фотокатализаторов для производства водорода, транзисторов [1].

В работе объектом изучения был  $Ti_3C_2$ . Это соединение невозможно получить из простых веществ. Для это используется подход, разработанный Ю. Гогоци: обработка плавиковой кислотой  $Ti_3AlC_2$ . Двойной карбид уже можно получить спеканием. Наши исходные препараты, содержащие  $Ti_3AlC_2$ , получены методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза, известного своей производительностью, быстротой и низкими энергозатратами [2, 3].

Разные составы препаратов обрабатывали плавиковой кислотой. После этого центрифугировали, отделяли осадок. Осадок промывали водой, затем снова центрифугировали и отделяли осадок. Полученные образцы изучали с помощью рентгенофазового анализа и электронной микроскопии. Выделены наиболее перспективные образцы, обладающие слоистой структурой. С ними продолжили работу. Для получения  $Ti_3C_2$  варьируемой

дисперсности, проводили ультразвуковую обработку различной длительности.

Таким образом, разработана методика получения двумерного материала  $Ti_3C_2$  разной дисперсности, что может быть полезным для практических применений.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Naguib M., Gogotsi Y., Barsoum M., et al. Two-Dimensional Transition Metal Carbides // ACS Nano. 2012. V. 6, № 2, P. 1322–1331.
2. Аверичев О.А. СВС-экструзия длинномерных изделий из материалов на основе МАХ-фазы в системе Ti-Al-C. Дисс. на соискание уч. степ. к. х. н. Черноголовка, 2017. 153 с.
3. Амосов А.П., Боровинская И.П., Мержанов А.Г. Порошковая технология самораспространяющегося высокотемпературного синтеза материалов. М: Машиностроение—1. 2007. 471 с.

# ФИЛЬТРОВАНИЕ ВОДЫ КАК ОДИН ИЗ СПОСОБОВ ЕЁ ОЧИСТКИ

М. Алиса<sup>1</sup>

Руководитель работы: Жиров С.Д.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ГБОУ Школа № 2097, 125363, Москва, ул. Аэродромная, 9,  
2097@edu.mos.ru

Вода — самое удивительное и самое распространенное природное соединение — источник жизни на Земле. Она — неотъемлемое условие существования, здоровья и активной деятельности человека [1].

В последнее время количество пресной воды на планете уменьшается. В результате зарегулирования рек, строительства на них водохранилищ, периодически возникающих аварийных ситуаций, выброса промышленных отходов и неочищенных коммунально- бытовых стоков в русло пресных водоемов приводят к загрязнению не только наземных, но и подземных бассейнов. Качество пресной воды ухудшается из-за увеличения цветности, появления привкусов и запахов, наличия повышенного содержания органических примесей, пестицидов и других химических соединений. Используемые фильтры и обеззараживающие соединения в водопроводных очистных сооружениях не эффективны, а порой даже не безопасны [2]. В результате в питьевой воде, потребляемой населением, содержатся практически те же загрязнения, что и в природной. Проблема обеспечения населения питьевой водой, отвечающей требованиям стандарта [4], является одной из основных и требует комплексного и эффективного решения.

**Цель работы:** сконструировать фильтр для очистки водопроводной воды в домашних условиях.

**Задачи работы:**

1. Провести обзор литературы по теме работы.

2. Сконструировать фильтр для очистки водопроводной воды в домашних условиях.
3. Провести опыты по сравнению водопроводной и отфильтрованной воды.

Приступая к исследованию, мы предположили, что фильтрование повышает качество водопроводной воды.

В наши дни проблема очистки воды стала одной из самых важных. Одним из наиболее эффективных способов очистки воды является применение бытовых фильтров, с соблюдением правил их ресурсного использования [3]. Благодаря воде, на нашей планете зародилась и до сих пор существует жизнь. Вода нуждается в строгой и тщательной охране. Бережное отношение к воде в бытовых условиях должно сопровождаться её экономным расходованием. Запасы воды не бесконечны. Гораздо легче сохранить воду, вовремя уберечь, вместо того, чтобы потом восстанавливать.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Бурштейн Л.М. Обыкновенное чудо — вода. М.: Детский экологический центр, 1997. Т. 6.
2. Бочкарева Н.Ф. Экология России: Пособие по географии. 8–9 класс. Калуга: Золотая аллея, 1997. Т. 5.
3. Скоробогатов Г.А., Калинин А.И. Осторожно! Водопроводная вода! Ее химические загрязнения и способы доочистки в домашних условиях. СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2003.
4. СанПин 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2002.

# ПОЛУЧЕНИЕ $Ti_3AlC_2$ МЕТОДОМ САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩЕГОСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СИНТЕЗА

М. Иван<sup>1</sup>

Руководитель работы: Харченко А.В.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> ГБОУ Школа № 171, 119270, Москва, ул. 2-я Фрунзенская, 7А,  
oshesh228@gmail.com

<sup>2</sup> МГУ имени М.В. Ломоносова, 119991, Москва, Ленинские горы,  
1, стр. 3, kharchenko.andrey@gmail.com

Двойной карбид титана-алюминия обладает высокой твердостью, электропроводностью, он устойчив к коррозии. Эти характеристики сохраняются в широком диапазоне температур. В связи с этим, его считают перспективным материалом анода в промышленном процессе получения алюминия [1]. Такое применение потребует разработки воспроизводимой и производительной методики получения. В работе рассматривали метод самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) [2], давно применяемый для получения  $TiC$ , а также рекомендуемый для многих систем, в том числе трехкомпонентных.

Работа посвящена поиску оптимальных условий синтеза  $Ti_3AlC_2$  методом СВС. Для этого предложили особое внимание уделить активации реагентов, их плотному контакту между собой за счет прессования таблетки, варьировали состав. Начинали процесс СВС пламенем высокотемпературной горелки, после чего запускалась реакция экзотермического взаимодействия простых веществ. Получены 10 образцов, которые после остывания образовывали твердые корольки, покрытые снаружи белым и золотистым налетом. Их очищали точильным камнем и измельчали сначала кусочками, а потом разбивали молотком с наковальней до порошка. На этом этапе работы обнаружили электропроводность, высокую твердость и хрупкость образцов.

Состав изучали методом рентгенофазового анализа. Показано, что все образцы содержат смесь фаз, среди которых выделяются TiC, Ti<sub>3</sub>AlC<sub>2</sub>, Ti<sub>2</sub>AlC, TiN.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Аверичев О.А. СВС-экструзия длинномерных изделий из материалов на основе МАХ-фазы в системе Ti-Al-C. Дисс. на соискание уч. степ. к. х. н. Черноголовка, 2017. 153 с.
2. Амосов А.П., Боровинская И.П., Мержанов А.Г. Порошковая технология самораспространяющегося высокотемпературного синтеза материалов. М: Машиностроение—1, 2007. 471 с.

# СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА ИЗ ВОДНОГО РАСТВОРА НИТРАТА СЕРЕБРА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИХ ДЛЯ СОЗДАНИЯ АКТИВНОЙ УПАКОВКИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

М. Дарья<sup>1</sup>

Руководитель работы: Канатьева А.Ю.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> ГБОУ Школа № 1532, 119270, Москва, ул. Теплый Стан, 13, к. 3

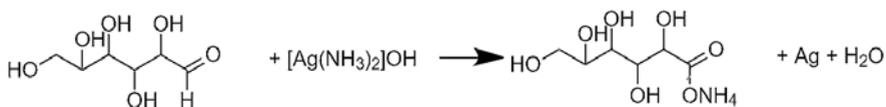
<sup>2</sup> ИНХС РАН, 119991, Москва, Ленинский пр-т, 29,

kanatieva@ips.ac.ru

Современные технологии производства пищевых продуктов предполагают использование в их составе активных компонентов, непосредственно контактирующих с продуктом и продлевающих его срок хранения, поглощающих посторонние запахи и др. Одним из вариантов активных частей упаковки являются антимикробные компоненты, в роли которых могут выступать наночастицы серебра. Целью работы было приготовление золя наночастиц серебра из водного раствора нитрата серебра в соответствии с процедурой, описанной в [1] и создание с использованием приготовленного золя полимерной упаковки с антимикробными свойствами. Для восстановления серебра использовали реактив Толленса, полученный при взаимодействии нитрата серебра с раствором аммиака в щелочной среде:



Глюкоза играет роль восстановителя и стабилизатора наночастиц за счет образующегося глюконата:



Для получения гидрозоля наночастиц серебра 0,0001 М раствор нитрата серебра доводили до рН 8–9 раствором аммиака и добавляли 0,05 М раствор глюкозы в соотношении 1 : 1. Смесь выдерживали при постоянном перемешивании при температуре 96 °С в течение 2 часов, в результате образовывался гидрозоль, имеющий ярко-желтую окраску.

Характерной чертой наночастиц серебра размером более 2 нм является наличие полосы поверхностного плазмонного резонанса в ближней УФ области [2], поэтому нами был снят спектр поглощения полученного золя в видимом и УФ спектре с использованием спектрофотометра MC 122 (SOL Instruments) в диапазоне 200–1000 нм. На полученном спектре имеется максимум поглощения при ~450 нм, что соответствует наночастицам диаметром порядка 50 нм.

Полученный гидрозоль наносили на дно полимерного контейнера, куда помещали образец молока. Образец сравнения помещали в аналогичный контейнер без добавления наночастиц серебра. Образцы молока хранили при комнатной температуре и при температуре 4 °С, раз в день измеряя значение рН образца. Было обнаружено, что молоко, хранившееся в тестовом контейнере, скисало медленнее (снижение рН, то есть увеличение кислотности молока происходило медленнее), чем контрольный образец.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Коляда Л.Г. и др. Синтез и исследование наночастиц серебра... // Вестник МГТУ им. Г.И. Носова. 2015. № 2. С. 65–69.
2. Крутяков Ю.А. и др. Синтез и свойства наночастиц серебра: достижения и перспективы // Успехи химии. 2008. Т. 77. С. 242–269.

# РАЗДЕЛЕНИЕ И ОБНАРУЖЕНИЕ ГАЛОГЕНИД-ИОНОВ МЕТОДОМ БУМАЖНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

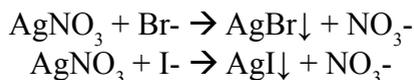
М. Софья, Я. Даниил<sup>1</sup>

Руководитель работы: Канатьева А.Ю.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ГБОУ Школа № 1502 «Энергия», 111555, Москва,  
ул. Молостовых, 10а

<sup>2</sup> ИНХС РАН, 119991, Москва, Ленинский пр-т, 29,  
kanatieva@ips.ac.ru

Бумажная хроматография (БХ) — простой и быстрый метод разделения смесей, содержащих небольшое количество компонентов. В БХ разделение обеспечивается движением подвижной фазы через тонкий слой сорбента, а положение зоны нужного компонента устанавливается по величине коэффициента удерживания  $R_f$ , равной отношению расстояния  $l$ , пройденного веществом, к расстоянию  $L$ , пройденному растворителем. Целью работы было обнаружение бромид- и иодид-ионов в растворе методом осадочной бумажной хроматографии. В основе разделения лежат реакции образования малорастворимых галогенидов серебра, которые отличаются по величине произведения растворимости:  $PP(\text{AgBr}) = 5,3 \cdot 10^{-13}$ ,  $PP(\text{AgI}) = 8,3 \cdot 10^{-17}$  [1]:



При нанесении на хроматографическую бумагу, импрегнированную нитратом серебра, раствора, содержащего бромид- и иодид- ионы, и погружении ее в камеру с растворителем (вода), происходит перемещение галогенид-ионов в токе подвижной фазы, в результате чего по мере продвижения фронта растворителя формируются окрашенные зоны, образованные осадками  $\text{AgI}$

(желтый) и AgBr (практически белый). Нижнюю зону при этом формирует иодид серебра как менее растворимое соединение, а верхнюю — бромид серебра. Между массой хроматографируемого вещества и высотой пика окрашенной зоны имеется прямая линейная зависимость, что дает возможность проводить количественные определения.

Проведенная калибровка позволила проводить определение галогенид-ионов в концентрациях до 2 мг/мл.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. М., 1979. С. 92–101.

# ОБНАРУЖЕНИЕ АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ В ПРЕПАРАТАХ ШИПОВНИКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТОНКОСЛОЙНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

Н. Ирина<sup>1</sup>

Руководитель работы: Канатьева А.Ю.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> ГБОУ Школа № 1532, 119270, Москва, ул. Профсоюзная, 156, к. 6,  
irina-nedyalku@mail.ru

<sup>2</sup> ИНХС РАН, 119991, Москва, Ленинский пр-т, 29,  
kanatieva@ips.ac.ru

Плоды шиповника майского (*Rósa majális*) — природный концентрат многих витаминов. Мякоть плодов содержит аскорбиновую кислоту (витамин С), рибофлавин (витамин В2), β-каротин (провитамин А), филлохинон (витамин К) и биофлавоноиды (витамин Р). Фармакопейные виды шиповника используются как ценный источник витаминного сырья, однако содержание одного из важнейших витаминов — аскорбиновой кислоты — в плодах шиповника сильно меняется в зависимости от вида. Для обнаружения аскорбиновой кислоты в плодах шиповника обычно рекомендуются пробирочные реакции с раствором 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия или фелинговой жидкостью, но эти реактивы дают положительную реакцию и с другими легко окисляющимися соединениями. Целью работы является оценка применимости метода тонкослойной хроматографии для качественного (и в перспективе количественного) определения аскорбиновой кислоты в плодах шиповника и лекарственных средствах на их основе.

Для определения аскорбиновой кислоты экстракцию плодов шиповника осуществляли водой, 70% и 95% этиловым спиртом. За основу хроматографической методики была взята предложенная в литературе [1] с использованием хроматографических пластинок «Силуфол» (система растворителей: н-бутанол — уксусная

кислота — вода, 4 : 1 : 2). Детектирование аскорбиновой кислоты осуществляли в УФ-свете при длине волны 254 нм, что соответствует литературным данным о максимуме поглощения аскорбиновой кислоты: при рН 2: 245 нм; при рН 6,4: 265 нм [2].

Согласно полученным данным, ТСХ может быть успешно использована для экспресс-обнаружения аскорбиновой кислоты в составе растительного сырья, поскольку в данных условиях фактор удерживания аскорбиновой кислоты составляет порядка 0,5, и не происходит соэлюирования с другими органическими кислотами и матричными соединениями. Метод может быть использован для первичного выявления замены плодов шиповника майского на практически не содержащие аскорбиновой кислоты плоды шиповника собачьего (*Rósa canína*), отличить которые без применения химических методов практически невозможно (рис. 1).



А



Б

Рис. 1. Плоды шиповника: А — майского (*Rósa majális*),  
Б — собачьего (*Rósa canína*)

## ЛИТЕРАТУРА

1. Вершинина В.В., Куркин В.А. Определение подлинности плодов и сиропа шиповника с использованием тонкослойной хроматографии // Медицинский альманах. 2011. Т. 15. № 2. С. 144–146.
2. O’Neil, M.J. (ed.). The Merck Index — An Encyclopedia of Chemicals, Drugs, and Biologicals Whitehouse Station, NJ: Merck and Co., Inc., 2006. P. 136.

# ПОЛУЧЕНИЕ {ZnCa} КООРДИНАЦИОННЫХ ПОЛИМЕРОВ ИЗ ГЕТЕРОМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МОЛЕКУЛЯРНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Р. Рамазан<sup>1</sup>

Руководитель работы: Шмелев М.А.<sup>2</sup>

Научные консультанты: Николаевский С.А.<sup>2</sup>,

Сидоров А.А.<sup>2</sup>, Еременко И.Л.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ГБОУ Школа № 2098 им. Героя Советского Союза Л.М. Доватора,  
125635, Москва, ул. Ангарская, 22А, 2098@edu.mos.ru

<sup>2</sup> ИОНХ РАН, 119991, Москва, Ленинский пр-т, 31,  
info@igic.ras.ru

Пористые металл-органические координационные полимеры (МОКП) привлекают исследователей, как перспективные материалы для хранения газов, разделения химических смесей, адсорбции катионов металлов и органических молекул, большого объема пор, высокой удельной поверхности. [1, 2]. МОКП представляют собой структуры представленных катионами одного или нескольких металлов, которые соединены би, три, или тетраденатными органическими лигандами, которые называются линкерами.

Традиционный подход к синтезу координационных полимеров подразумевает использование различных неорганических солей в качестве источников металлических центров, что не всегда приводит к получению гетерометаллических МОКП, в структуре которых сочетаются несколько различных ионов металлов одновременно. Использование предсинтезированных полиядерных комплексов в качестве исходных соединений позволяет получать гетерометаллические МОКП требуемого состава [2].

Было показано, что при взаимодействии соединения  $Zn_2Ca(Py)_2(piv)_6$  (1, *piv* — анион пивалиновой кислоты, *Py* — пиридин) [2] с изофталевой кислотой ( $H_2bdc$ ) в зависимости от среды кристаллизации (N-метилпирролидон (NMP) или диметил-

форма́мид (DMF)) формируются гетерометаллические МОКП состава  $[Zn_4Ca_3(NMP)(H_2O)_3(bdc)_7]_n$  (2) и  $[Zn_2Ca(DMF)_2(bdc)_3]_n$  (3, рис. 1). Особенности строения и синтеза МОКП синтеза будут представлены в докладе.

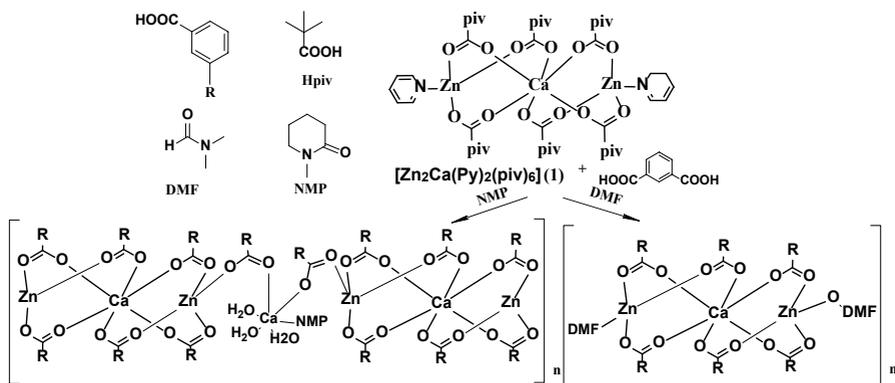


Рис. 1. Синтез и строение МОКП 2 и 3

## ЛИТЕРАТУРА

1. Сапьяник А.А. Пористые металл-органические координационные полимеры на основе гетерометаллических комплексов: синтез, строение и свойства: дис. канд. хим. наук: 02.00.01, 2018.
2. Rubtsova I.K., Melnikov S.N. et al // MENDELEEV COMMUN, 2020, 30 (6), 722.

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ $\beta$ -КАРОТИНА В РАСТЕНИЯХ МЕТОДОМ ТОНКОСЛОЙНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

С. Екатерина<sup>1</sup>, М. Ольга<sup>1</sup>

Руководитель работы: Канатьева А.Ю.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> ГБОУ Школа № 1532, 119270, Москва, ул. Профсоюзная, 156, к. 6,  
manoilolea@mail.ru

<sup>2</sup> ИНХС РАН, 119991, Москва, Ленинский пр-т, 29,  
kanatieva@ips.ac.ru

В работе проведена оптимизация условий хроматографического разделения для определения каротина при одновременном присутствии хлорофиллов методом тонкослойной хроматографии. Для этого были решены следующие задачи:

- 1) проведена экстракция пигментов зеленой части растений, при этом время экстракции составляло 10–15 минут;
- 2) проведено сравнение различных элюентов с точки зрения селективности и эффективности разделения хлорофиллов и провитамина А при их одновременном присутствии (табл. 1). Наилучшего разделения компонентов удалось достичь с использованием в качестве элюентов этанола, смеси ацетонитрил: толуол (1 : 1), смеси толуол : этанол (4 : 1).

*Таблица 1. Характеристики удерживания хлорофилла и  $\beta$ -каротина с использованием различных элюентов*

Элюенты	Фактор удерживания $R_f$		
	Хлорофилл А	Хлорофилл Б	$\beta$ -каротин
ацетонитрил: толуол (1 : 1)	0,93	н/д	1
толуол: этанол (4 : 1)	0,25	0,21	1
толуол: этанол (1 : 1)	0,62	н/д	1
ацетонитрил	0,94	н/д	1

Элюенты	Фактор удерживания $R_f$		
	Хлорофилл А	Хлорофилл Б	$\beta$ -каротин
октанол : этанол : вода (1 : 1 : 0,05)	1	н/д	1
этилацетат	0,98	0,92	1
этанол: вода (96 : 4)	0,96	0,90	1
толуол	0,92	0,70	н/д
толуол: этанол (1 : 4)	0,88	0,62	0,69

Использование тонкослойной хроматографии позволит проводить определение провитамина А в экстрактах зеленых частей растений при одновременном присутствии в растворе хлорофиллов (рис. 1), сократить расход растворителей и время анализа.

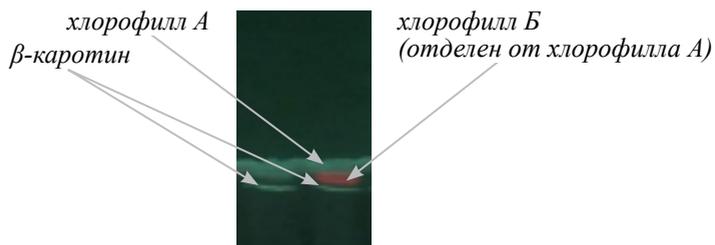


Рис. 1. Разделение экстракта зеленой части растения и стандарта  $\beta$ -каротина; этанол:вода (96:4) (об.), УФ, 264 нм

# ОСОБЕННОСТИ ОКИСЛЕНИЯ НА ВОЗДУХЕ КОБАЛЬТОВЫХ СПЛАВОВ С ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ ХРОМА И РЕНИЯ

Ш. Константин<sup>1</sup>

Руководители работы: Федораев И.И.<sup>2</sup>, Шаипов Р.Х.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ГБОУ Школа № 171, 119270, Москва, ул. 2-я Фрунзенская, 7А,  
e-mail: k.shadrov@yandex.ru

<sup>2</sup> МГУ имени М.В. Ломоносова, 119991, Москва, Ленинские горы,  
1, стр. 3, химический факультет, e-mail: ioann.romei@mail.ru

Хром и рений традиционно входят в систему легирования суперсплавов на основе кобальта, и если рений призван, прежде всего, улучшать прочностные характеристики материалов, то хром существенно повышает устойчивость внешней поверхности к высокотемпературному окислению на воздухе. Для выбора оптимальных составов новых жаростойких кобальтовых сплавов важно учитывать как взаимное влияние легирующих компонентов на процесс окисления, так и верхний допустимый порог концентрации легирующих компонентов, выше которых легирующие добавки приводят к разрушению окисленной поверхности, снижению заданных ожидаемых свойств, а также выпадению хрупких топологически плотноупакованных фаз. Устойчивость к высокотемпературному окислению на воздухе многокомпонентных сплавов на основе кобальта в существенной степени определяется природой оксидных плёнок, формирующихся на их поверхности [1].

Целью данной работы является изучение зависимости устойчивости кобальтовых сплавов к высокотемпературному окислению на воздухе от содержания хрома и рения.

Для определения устойчивости сплавов к высокотемпературному окислению на воздухе были синтезированы однофазные сплавы. Полученные сплавы гомогенизировали при температуре 1375 К в течение 48 часов, затем при 1200 К в течение 24 часов

в вакуумированных ампулах, а затем подвергли окислению на воздухе при температуре 1200 К в течение 24 часов. Сплавы до и после окисления исследовали методами растровой электронной микроскопии и электронно-зондового микроанализа на приборе «LEO EVO 50 XVP» (Carl Zeiss), оснащённом энергодисперсионным анализатором «Inca Energy 450» (Oxford Instruments), а также методом рентгенофазового анализа на автодифрактометре «STOE STADI P» и дифрактометре «ДРОН-4» [1]. Исходя из полученных данных следует, что концентрация хрома свыше 37,5 ат. % не желательна ввиду образования хрупкой  $\sigma$ -фазы. В сплаве состава 41,5Cr57,5Co1%Re наблюдается значительное внутреннее окисление, причиной которого могут являться микротрещины в областях гомогенности  $\sigma$ -фазы, распределение которых совпадает с формой выделений  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , полученных в ходе окисления. Снаружи со стороны неокисленного сплава располагаются неровные слои оксидов  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  и  $\text{CoO}$ , между которыми располагается тонкая прослойка общего состава 21,6Cr22,6Co55,8O, которая может представлять собой как смесь  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  и  $\text{CoO}$ , так и соединение типа шпинели. В свою очередь, содержание рения выше 14% приводит к катастрофическому окислению поверхности по причине высокой скорости образования газообразного оксида рения  $\text{Re}_2\text{O}_7$  и последующего его распада. Наружный слой  $\text{CoO}$  у сплавов с содержанием рения 15–17% практически полностью отделился от сплава после остывания образца, тогда как при содержании рения менее 11% он оказывает незначительное влияние на скорость окисления сплава и не препятствует адгезии.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Wendao Li , Longfei Li, Stoichko Antonov , Fan Lu , Qiang Feng. Effects of Cr and Al/W ratio on the microstructural stability, oxidation property and  $\gamma'$  phase nano-hardness of multi-component Co–Ni base superalloys /Journal of Alloys and Compounds 826 (2020).

# МОДЕЛЬ СЖИМАЮЩЕГОСЯ ЯДРА

Ш. Станислав<sup>1</sup>

Руководитель работы: Малинский В.С.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ГБОУ Школа № 1535, 119270, Москва, Малый Саввинский пер., 8,  
malinskiy@liceum1535.ru

Работа посвящена проверке применимости математической модели сжимающегося ядра для определения скорости растворения металлического шарика [5, 6].

Ставится эксперимент по измерению скорости реакции на примере растворения металлического шарика в кислоте. Выводится зависимость массы от времени, строится график зависимости константы скорости реакции от времени, и сравнивается с математической моделью сжимающегося ядра, и табличным значением скорости реакции.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Yagi S., Kunii D. Studies on Fluidized-Solids Reactors for Particles with Decreasing Diameters. Kagaku Kogaku Ronbunshu, 1955.
2. Yagi S. Wakao N: Advances in Chemical Engineering Journal, v. 5, 79 (1959).
3. Yagi S., Kunii D., Wakao N. Advances in Chemical Engineering Journal, v.6, 543 (1960).
4. Yagi S., Kunii D. in Chemical Engineering Journal, v.6, 97 (1960).
5. Левеншпиль О. Инженерное оформление химических процессов. М.: Химия, 1969. 624 с.
6. Луцик В.И., Соболев А.Е. Кинетика гидролитического и окислительного растворения сульфидов металлов. Изд. Тверского гос. тех. ун-та, 2009. 125 с.

# ПОЛУЧЕНИЕ ЗОЛОТЫХ НАНОЧАСТИЦ С АНТИОКСИДАНТНЫМ ДЕЙСТВИЕМ ДЛЯ ПОСЛЕДУЮЩЕГО ДЕРМАТОЛОГИЧЕСКОГО И КОСМЕТОЛОГИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ

Е. Таисия<sup>1</sup>

Руководители работы: Голодная В.В.<sup>2</sup>

Научный консультант: Бирюкова И.П.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ГБОУ Школа № 1552, 115580, Москва, ул. Мусы Джалиля, 25,  
gymu1552.mskobr.ru

<sup>2</sup> РТУ МИРЭА, 119454, Москва, пр-т Вернадского, 78, стр. 3,  
mailto:rector@mirea.ru

Использование наночастиц золота может быть эффективным методом уничтожения злокачественных клеток в организме благодаря нескольким способам их применения: 1) AuNP в качестве платформы для нацеленной доставки лекарственных препаратов; 2) AuNP в сочетании с фотодинамической терапией; 3) AuNP в сочетании с фототермической терапией. Данные наноматериалы могут быть использованы не только для терапии, но и в диагностических целях.

Помимо этого, нанотехнологии — это ключ к разработке и производству косметики нового поколения, поскольку основным преимуществом наночастиц является их способность доставлять активные ингредиенты в нужный слой кожи с заданной дозой и временем элиминирования. С помощью нанокосметики можно получать эффективные продукты не только для регенерации кожи, но и для защиты структуры от увеличивающегося загрязнения, УФ-излучения и аллергенных ингредиентов окружающей среды. Помимо этого, наноматериалы могут улучшать такие характеристики и свойства косметики, как цвет, прозрачность, растворимость, текстура и стойкость.

Целью данной работы являлось получение золотых наночастиц с антиоксидантным действием, которые могут быть использованы в дерматологии и косметологии. В ходе данного проекта была осуществлена жидкостная экстракция полифенолов из кожуры граната, а также проведено разделение компонентов выделенного экстракта методом колоночной хроматографии, были синтезированы наночастицы на основе  $\text{HAuCl}_4$  и полученных фракций. Следующим этапом работы было изучение физико-химических свойств полученных наноматериалов методом динамического рассеяния света.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. N. El-Sayed, L. El-Khourdagui, M. Schneider. Insights Into Interactions of Gold Nanoparticles With the Skin and Potential Dermatological Applications // *Nanoscience in dermatology*. 2016. Chapter 8. P. 99–113.
2. Haddada M. B., Gerometta E., Chawech R., Sorres J., Bialecki A., Pesnel S., J. Spadavecchia, Morel A.-L. Assessment of antioxidant and dermoprotective activities of gold nanoparticles as safe cosmetic ingredient // *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. 2020.
3. Gubitosa J., Rizzi V., Lopedota, Cosma P. and all. One pot environmental friendly synthesis of gold nanoparticles using Punica Granatum Juice: A novel antioxidant agent for future dermatological and cosmetic applications // *Journal of Colloid and Interface Science*. 2019.