

**РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. А. И. ГЕРЦЕНА**

**РОССИЙСКОЕ ХИМИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО ИМ. Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА
(САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ)**

ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ XXI ВЕКА

**Сборник материалов IV Всероссийской студенческой
конференции с международным участием, посвященной
220-летию ФГБОУ ВО «Российский государственный
педагогический университет им. А. И. Герцена»**

**Санкт-Петербург
2017**

X46

Химия и химическое образование XXI века: сборник материалов IV Всероссийской студенческой конференции с международным участием, посвященной 220-летию ФГБОУ ВО «Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена». – СПб.: Астерион, 2017. – 146 с.

ISBN 978–5–00045–443–5

В сборнике представлены материалы докладов IV Всероссийской студенческой конференции с международным участием «Химия и химическое образование XXI века по следующим направлениям: органическая, биологическая и фармацевтическая химия; неорганическая, физическая и нанохимия; аналитическая и экологическая химия; химическое образование и школьные исследовательские проекты.

ISBN 978–5–00045–443–5

© Коллектив авторов, 2017

Организационный комитет конференции:

Сопредседатели:

Пучков М.Ю. И.о. проректора по научной работе и информатизации РГПУ им. А. И. Герцена, кандидат физико-математических наук

Махов С.И. И.о. проректора по воспитательной работе РГПУ им. А. И. Герцена, кандидат педагогических наук, доцент

Заместитель сопредседателей:

Васильев В.В. декан факультета химии РГПУ им. А.И. Герцена, заведующий кафедрой неорганической химии, к.х.н., доцент

Ответственный секретарь оргкомитета:

Исаева Е.И. к.х.н., доцент

Состав оргкомитета:

Злотников Э.Г. к.х.н., доцент

Ефимова Т.П. к.х.н., доцент

Байчурин Р.И. к.х.н., доцент

Новикова Т.А. к.х.н., доцент, заместитель декана по воспитательной работе

Остроглядов Е.С. к.х.н., доцент, генеральный директор ООО "Органика РГПУ"

Копылова В.А. к.т.н., заведующий учебными лабораториями

Каледина Н.В. заведующий учебными лабораториями

Рублева С.Е. заведующий учебными лабораториями

Лапатин Н.А. аспирант

Пелипко В.В. аспирант

Жаров А.О. студент

Пузык А.М. студент

Программный комитет

- Беляев А.Н.** д.х.н., профессор, заведующий кафедрой неорганической химии СПбГТИ (ТУ)
- Берестовицкая В.М.** д.х.н., профессор, заведующий кафедрой органической химии РГПУ им. А. И. Герцена заслуженный деятель науки РФ
- Бойцова Т.Б.** д.х.н., профессор кафедры неорганической химии РГПУ им. А. И. Герцена
- Васильев В.В.** декан факультета химии РГПУ им. А. И. Герцена, к.х.н., доцент, почетный работник высшего профессионального образования РФ.
- Ефремова И.Е.** д.х.н., профессор кафедры органической химии РГПУ им. А. И. Герцена
- Коган В.Е.** д.х.н., профессор кафедры общей и физической химии СПГУ (Горного Университета)
- Колосова Е.М.** к.п.н., доцент, почетный работник высшего профессионального образования РФ, директор музея РГПУ им. А. И. Герцена
- Кукушкин В.Ю.** член-корреспондент РАН, д.х.н., профессор, заведующий кафедрой физической органической химии СПбГУ
- Макаренко С.В.** д.х.н., профессор кафедры органической химии, директор ЦКП факультета химии РГПУ им. А. И. Герцена
- Малев В.В.** д.х.н., профессор кафедры электрохимии Института химии СПбГУ, г.н.с. Института цитологии РАН
- Роговая О.Г.** д.п.н., к.х.н., профессор, заведующий кафедрой химического и экологического образования РГПУ им. А. И. Герцена, почётный работник высшего профессионального образования РФ
- Тимонов А.М.** д.х.н., профессор кафедры неорганической химии РГПУ им. А. И. Герцена

Содержание

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

Кукүшкин В.Ю.

Превращения металлоактивированных молекул 13

Беляев А.Н.

Гидролитические превращения ионов переходных элементов и их применение для синтеза каталитически активных соединений..... 14

Колосова Е.М.

Становление факультета химии в РГПУ им. А. И. Герцена. 15

СЕКЦИЯ 1. ОРГАНИЧЕСКАЯ, БИОЛОГИЧЕСКАЯ И ФАРМАЦЕВТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Ализада Л.М., Байчурин Р.И., Берестовицкая В.М., Абоскалова Н.И.

Геминально активированные 1-нитро-4-фенил-1,3-бутадиены в реакциях с представителями *N*- и *S*-нуклеофилов..... 18

Антонова Л.В., Пелипко В.В., Макаренко С.В.

Взаимодействие этил-3-бром-3-нитроакрилата с замещенными гидразинами. 20

Асадуллина А.Э., Егоров Д.М., Догадина А.В.

Взаимодействие хлорэтинфосфонатов с семикарбазидом..... 22

Атларова А.В., Ефимова Т.П., Новикова Т.А.

Нитрогуанидин в синтезе азаетероциклов..... 23

Бебякина Е.В., Городничева Н.В., Остроглядов Е.С., Васильева О.С., Берестовицкая В.М.

Синтез и строение индолсодержащих трикарбамоил-2-пирролидонов. 24

Злотский С.С., Раскильдина Г.Р., Голованов А.А., Бормотин А.А., Бекин В.В., Писарева В.С.

Синтез 4-(1,3-диоксациклан-2-ил)-5-фенил-1,2,3-триазолов..... 25

Васильев А.Н., Лыщиков А.Н., Насакин О.Е.

Замещенные этил 2-циано-3-оксопропаноаты в синтезе дицианосодержащих аминопиридинов..... 26

Виноградов А.П., Пелипко В.В., Макаренко С.В.

Особенности взаимодействия алкил-3-нитроакрилатов с *o*-аминофенолами..... 27

Гиба И.С., Муллоярова В.В., Костин М.А., Толстой П.М.

Димеризация и тримеризация фосфиновых кислот в полярных апротонных растворах по данным ³¹P ЯМР. 29

Дмитриев А.В., Викторов Н.Б., Егорова А.В., Догадина А.В.

Реакция хлорэтинфосфонатов с аминозамещенными СН-кислотами. 31

Доронина Е.П., Певзнер Л.М., Петров М.Л., Полукеев В.А.

Синтез 4-(5-трифторметилфур-2-ил)-1,2,3-тиадиазола. 32

Дубовик П.А., Серебрянникова А.В., Кравченко А.В., Ефремова И.Е.

Синтез *аза*-аддуктов на основе нитросульфодиенов ряда тиолен-1,1-диоксида..... 33

Ерохина С.А., Ануфриев С.А., Сиваев И.Б., Брегадзе В.И.

Синтез серусодержащих производных бис(дикарболлид)ов кобальта и железа..... 34

Зеленская В.С., Байчурин Р.И., Абоскалова Н.И.

Особенности взаимодействия окиси мезитила с нитроацетонитрилом..... 35

Калинин В.М., Родин М.П., Байчурина Л.В.

Фотохимические превращения 2-диазо-1,3-диметилбарбитуровой кислоты. 36

Карцев Д.Д., Егоров Д.М., Питерская Ю.Л., Догадина А.В.

Реакции фосфорилирования бензимидазол-2-тионов хлорацетиленфосфонатом..... 37

<u>Кунавин Ю.А., Голованов А.А.</u>	
Синтез 2,5-дизамещенных фуранов на основе (E)-1,5-диарилпент-2-ен-4-ин-1-онов.....	38
<u>Кустин Р.П., Савельев С.Д., Пелипко В.В., Макаренко С.В.</u>	
Взаимодействие этил-2-(1-метилиндолил)-3-нитроакрилата с 1,2-диаминобензолами.....	39
<u>Мышко С.С., Сазонова М.В., Остроглядоев Е.С., Городничева Н.В., Васильева О.С.</u>	
Реакции гидразидов 4-арил-2-пирролидон-3-карбоновых кислот с ацетоном.....	40
<u>Нестеренко Ю.Ю., Кавун О.Ю., Сараева Т.А., Дяченко В.Д.</u>	
Синтез новых солей хинолина.....	41
<u>Голованов А.А., Один И.С., Бекин В.В., Писарева В.С.</u>	
Ениновые кетоны в синтезе и модификации азаетероциклоов.....	42
<u>Ракшин С.О., Кунавин Ю.А., Голованов А.А.</u>	
Синтез 2-метокси-4-стирилникотинитрилов.....	44
<u>Решетников А.А., Байчурин Р.И., Берестовицкая В.М.</u>	
Синтез и строение геминально активированных фуран- и тиофенсодержащих 1-нитро-1,3-бутадиенов.....	45
<u>Рябинин А.Е., Серебрянникова А.В., Берестовицкая В.М., Ефремова И.Е.</u>	
Особенности реакций нитросульфодиенов ряда тиолен-1,1-диоксида с гидроксиламином.....	46
<u>Савельев И.И., Серебрянникова А.В., Сивкова А.С., Ефремова И. Е.</u>	
Бензилиденнитротиоле-1,1-диоксиды в реакциях производными фенилгидразина.....	47
<u>Сергеев В.Д., Ефимова Т.П., Новикова Т.А.</u>	
Взаимодействие 1-амино-2-нитрогуанидина с диметил бензилиденмалонатами.....	48
<u>Сидоренко А.В., Мухина Е.С.</u>	
Исследование динамики содержания молекул средней массы и витамина С в условиях стандартной физической нагрузки.....	50
<u>Скрыльникова М.А., Храмучихин А.В.</u>	
Новый подход к синтезу 1,2,4-триазоло[3,4- <i>b</i>][1,3,4]тиадиазинов.....	52
<u>Убоженко Д.В., Назаренко Л.А., Сейлханов О.Т., Сейлханов Т.М., Пралиев К.Д.</u>	
Получение и исследование бензойного эфира 1-(2-этоксиэтил)-4-(2-циклопропилэтинил)пиперидола и его комплексов включения с α - и γ -циклодекстринами методом ЯМР-спектроскопии.....	53
<u>Федорущенко А.А., Байчурин Р.И., Берестовицкая В.М.</u>	
Синтез и строение индолсодержащих <i>гем</i> -ацил(циано)нитроэтеноев.....	54
<u>Чигорина Т.М., Егоров Д.И., Чигорина Е.А.</u>	
Реакции 1,1-дицианометилеи-3,5-ди- <i>трет</i> -бутилбензохиноиона-1,4 с метилеи-активными соединениями.....	55
<u>Балачевская О.В., Аполлонов В.И., Щербатенко Н.Р., Швеи О.В., Севостьянов И.А.</u>	
Характеристика антиоксидантно-энергетического потенциала разных сортов меда.....	56
<u>Яцкунайге А.Н., Ефимова Т.П., Новикова Т.А.</u>	
5-Гидрокси-3-нитроимино-4,5-дигидро-(2 <i>H</i>)-1,2,4-триазин в реакциях с гидразидами карбоновых кислот.....	58

СЕКЦИЯ 2. НЕОРГАНИЧЕСКАЯ, ФИЗИЧЕСКАЯ И НАНОХИМИЯ

<u>Басистая А.О.</u>	
Полимерные комплексы кобальта с основаниями Шиффа как катализаторы электровосстановления кислорода.....	60
<u>Брандт Ю.А., Горбунова В.В.</u>	
Новые возможности химии инертных газов.....	61

<u>Бутгеева А.А., Стожаров В.М., Исаева Е.И.</u> Фотохимический синтез наноразмерных частиц диоксида церия в спиртах.....	63
<u>Бушманова Е.Л., Семенов К.Н., Шаройко В.В.</u> Физико-химические свойства и биологическая активность водных растворов производного фуллерена C ₆₀ с L-треонином.....	65
<u>Волков А.А., Тарасова Е.Д., Стожаров В.М., Исаева Е.И.</u> Синтез, структура и фотокаталитические свойства наночастиц диоксида церия и нанокмполитов TiO ₂ @CeO ₂	67
<u>Ганбарова Е.А., Мамедов С.Э., Ахмедова Н.Ф., Исмаилова С.Б., Алиев Т.А.</u> Превращение природного газа на Mo-модифицированных ВК-цеолитах типа пентасила, модифицированных нанопорошками Sr и Zr.....	69
<u>Данилова Ю.С.</u> Полимерные комплексы кобальта и никеля с основаниями Шиффа как перспективные материалы для гибридных суперконденсаторов.....	70
<u>Дрынина А.П.</u> Исследование кислотно-основных свойств цефалоспоринов.....	71
<u>Ефимов Д.А., Черняев В.А., Коган В.Е.</u> Нефлесорбенты на основе пенополиуретанов с минеральным наполнителем	72
<u>Зубенко Т.К., Усиков А.С., Ермаков И.А., Папченко Б.П., Пузык М.В.</u> Управляемое растворение нитрида галлия	74
<u>Иванов В.А., Василевская А.К.</u> Фазообразование в системе ZrO ₂ -MgO в условиях глицин-нитратного горения	76
<u>Илюшин Д.О., Кириллова С.А.</u> Особенности фазообразования в системе FeO _x -ZrO ₂ -TiO ₂ в условиях горения реакционных сред.....	78
<u>Искендерова А.А., Гахраманов Т.О., Эминова С.Ф., Мамедов С.Э., Ахмедов Э.И.</u> Влияние модифицирования на кислотные и каталитические свойства высококремеземных цеолитов в реакции этилирования бензола и этилбензола	80
<u>Магеррамов А.М., Керимли Ф.Ш., Мамедов С.Э.</u> Влияние концентрации редкоземельных элементов на физико-химические и каталитические свойства цеолита ZSM-5 в диспропорционировании этилбензола.....	81
<u>Кирина Ю.В., Иванов Д.М., Новиков А.С.</u> Галогенные связи в аддуктах бромидных бис-диалкилцианамидных комплексов платины(II) с иодоформом	83
<u>Крайнов Д.С., Бойцова Т.Б.</u> Синтез и исследование свойств гетероструктур на основе оксида титана(IV) и частиц сульфида кадмия	84
<u>Курчавов Д.С.</u> Синтез и исследование полимерного комплекса poly-[Ni(3-NO ₂ Salen)]	85
<u>Мамедова А.З., Мирзалиева С.Е., Ахмедов Э.И., Мамедов С.Э., Мирзаи Д.И.</u> Изомеризация <i>n</i> -гептана и <i>n</i> -октана на Pt-содержащих ультрастабильных цеолитах типа Y	86
<u>Мартинсон К.Д., Черепкова И.А., Кондрашкова И.С.</u> Влияние методов получения на состав, структуру и магнитные характеристики наночастиц феррита кобальта	87
<u>Маслобойщиков С.С.</u> Электрический аккумулятор на основе полианилина	88
<u>Вердиева Л.Р., Масмалиева Т.А., Ильяслы Т.М., Мамедов С.Э., Ахмедова Н.Ф.</u> Синтез нанопорошков состава Ce _x Mg _{1-x} Al ₂ O ₄ и исследование их физико-химических и каталитических свойств в композиции с цеолитом типа ZSM-5 в превращении метанола в <i>n</i> -ксилол	89

<u>Недилько В.Е., Исаева Е.И.</u> Синтез наноразмерных частиц Cu_2O и $\text{Cu}_2\text{O}/\text{Ag}$ и исследование их фотокаталитических свойств	91
<u>Ноговицин И.В., Проскурина О.В.</u> Влияние ацетилацетона на морфологию частиц BiFeO_3 , синтезируемых в гидротермальных условиях	92
<u>Показанова В.А., Собянина Д.О., Шахпаронова Т.С.</u> Эффективность использования пеностекол в системе $\text{K}_2\text{O} - (\text{Mg,Ca})\text{O} - \text{P}_2\text{O}_5$ в качестве сорбентов для ликвидации разливов дизельного топлива на поверхности воды	94
<u>Сергиенко Т.Д., Собянина Д.О., Шахпаронова Т.С.</u> Перспективы использования фосфатных пеностекол при ликвидации разливов нефти на поверхности акваторий	95
<u>Тенизбаева С.А., Черняев В.А., Коган В.Е.</u> Влияние воды и температуры синтеза на кинетику поглощения нефти и дизельного топлива сорбентами на основе пенополиуретана	97
<u>Терентьева Д.А., Собянина Д.О., Шахпаронова Т.С.</u> Кинетика поглощения нефти и дизельного топлива сорбентами на основе фосфорсодержащих стекол	99
<u>Улесова Д.А., Соснин И.М., Писарева В.С., Викарчук А.А., Романов А.Е.</u> Фотокаталитическое разложение фенола в водной среде с использованием наноразмерных частиц оксида цинка	101
<u>Улесова Д.А., Писарева В.С.</u> Синтез комплексных соединений цинка с 3,3',4',5,7-пентагидроксифлавоном и исследование их структуры и физико-химических свойств	102
<u>Храпова Е.К.</u> Формирование пластинчатых частиц гидрогерманата никеля в условиях гидротермальной обработки	103
<u>Цепкова В.В.</u> Формирование наноразмерных частиц на основе ферритов глицин-нитратным методом	104
<u>Шилоп М.С., Кириллова С.А.</u> Синтез функциональных материалов на основе ортоферрита гадолиния	105

СЕКЦИЯ 3. АНАЛИТИЧЕСКАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

<u>Алифханова Л.М., Марчук А.А., Петрова Ю.С., Неудачина Л.К., Пестов А.В.</u> Кинетика сорбции ионов металлов сульфэтилированным полиаминоэтиролом при совместном присутствии в растворе	107
<u>Астахов И.А.</u> Адсорбция ионов меди (II) и никеля (II) на полианилине	108
<u>Астахова А.С.</u> Адсорбция ионов меди (II) и цинка (II) на полианилине	109
<u>Атларова А.В., Роговая О.Г.</u> Рациональность внедрения экологических топливных стандартов в Российской Федерации	110
<u>Варламова А.А., Никольский В.М.</u> Индикаторная бумага для анализа нитратов	112
<u>Голованова В.А., Новикова Е.А., Тупикова Е.Н.</u> Определение содержания агрессивных ионов в атмосфере при проведении коррозионных испытаний	113

<u>Давлетбаева П.Н., Хохолус П., Булатов А.В., Сатинский Д., Солих П.</u> Определение синтетических водорастворимых красителей в лекарственных жаропонижающих препаратах методом последовательной инъекционной хроматографии.....	115
<u>Жарков Р.Ю., Тихомирова И.Ю.</u> Оценка состояния воды скважин в процессе их эксплуатации	116
<u>Колесникова О.А., Пиль Л.И., Чупрынина Д.А.</u> Оценка отклонения от аддитивности при спектрофотометрическом определении суммарного содержания аминокислот	118
<u>Крикухина Е.В., Хорькова Н.С.</u> Определение некоторых органических кислот во фруктовых соках методом тонкослойной хроматографии.....	119
<u>Лещева Ю.К., Тиссен О.И., Неудачина Л.К., Пестов А.В.</u> Пиридилэтилированные полиаллиламины – сорбенты для извлечения ионов меди (II) ..	121
<u>Логинова Е.С., Никольский В.М., Лукьянова Н.И.</u> Ингибитор коррозии черных металлов с применением экологически безопасных комплексонов	123
<u>Новикова А.О., Голованов А.А., Цветкова И.В.</u> Исследование олигомерного продукта водно-метанольных стоков производства лавсана.....	124
<u>Соболева О.А., Щетинская О.С.</u> Утилизация хромсодержащих сточных вод на природном шунгите	125
<u>Фоменко В.М., Тихомирова И.Ю.</u> Содержание фосфатов в почвах Санкт-Петербурга.....	127
<u>Чалый А.А., Тихомирова И.Ю.</u> Оценка состояния поверхностных вод реки Мойки	129

СЕКЦИЯ 4. ХИМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ И ШКОЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ ПРОЕКТЫ

<u>Архипов Н.А., Злотников Э.Г.</u> Химический эксперимент как способ проверки знаний учащихся	132
<u>Бабенко В.А., Евсюков А.И., Гришаев В.П.</u> Портативный прибор для проведения экспериментов с электрическим током.....	134
<u>Белинский Г.В., Григорьев А.Г., Макаренко С.В.</u> Получение лимонной кислоты из лимонного сока	135
<u>Голота А.А., Солодникова А.О.</u> Создание обучающей системы с ручной адаптацией траектории тестирования под модели пользователей.....	137
<u>Кутяшева Н.В., Сутягин А.А.</u> Экологический эксперимент при организации проектной деятельности школьников по химии	139
<u>Потапова А.С., Музыка В.Ю., Макаренко С.В.</u> Ксантовый краситель эозин: синтез и применение в медицине	141
<u>Тимашов Ф.В., Музыка В.Ю., Макаренко С.В.</u> Азокраситель гелиантин: синтез и применение в качестве индикатора.....	142

Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена ведет отсчет своей истории с 13(2) мая 1797 года. Именно в этот день Петербургский Воспитательный дом по распоряжению императора Павла I стал самостоятельным учреждением и был взят под покровительство императрицы Марии Федоровны.

В 1918 году в молодой Советской республике началась реорганизация и объединение различных учебных заведений. Несколько институтов г. Петрограда и г. Москвы были объединены на базе Воспитательного дома в Единый педагогический институт, а в январе 1920 года этому Институту присвоено имя писателя, философа, общественного деятеля Александра Ивановича Герцена. Так началась история Ленинградского государственного педагогического института имени А. И. Герцена (ЛГПИ им. А. И. Герцена), который ежегодно начал выпускать тысячи учителей для вновь создаваемых школ Советского Союза.

21 января 1991 года ЛГПИ им. А. И. Герцена прошёл аттестацию в качестве университета и получил наименование «Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена».

В 2015 году РГПУ им. А. И. Герцена вошел в ТОП-40 вузов в рейтинге вузов Российской Федерации (ARES-2015).

Факультет химии, как самостоятельное структурное подразделение РГПУ им. А.И. Герцена, был открыт в 1963 году. За 54 года факультет подготовил более трех тысяч специалистов с успехом работающих в образовательных учреждениях различного уровня, в аналитических и экологических лабораториях, в научно-исследовательских институтах, на предприятиях химического профиля. В настоящее время факультет химии готовит бакалавров и магистров по направлениям «Химия» и «Химическое образование».

Цель конференции – обмен результатами исследований по актуальным проблемам современной химии и химического образования, выполняемых представителями обучающейся молодежи – студентами бакалавриата, специалитета и магистратуры, а также школьниками старших классов.

В рамках конференции представлены устные и стендовые доклады студентов и школьников.

С пленарными докладами выступят приглашенные ведущие химики России.

МАГИСТРАТУРА ФАКУЛЬТЕТА ХИМИИ РГПУ им. А.И. ГЕРЦЕНА

Факультет химии имеет большой опыт обучения студентов в магистратуре.

Магистратура химии открыта на факультете химии в 2001 г., а **магистратура образования** – в 1998 году.

В 2017 году факультет химии осуществляет прием в магистратуру на бюджетные места по направлениям:

1. «**040401 Химия**» с присвоением академической степени «магистр химии».

Магистерская программа: «Фундаментальная и прикладная химия».

2. «**050100 Педагогическое образование**» с присвоением академической степени «магистр образования». *Магистерская программа «Химическое образование».* Вступительное испытание в магистратуру, как по направлению «Химия», так и по направлению «Педагогическое образование» – письменный экзамен по химии.

Более подробная информация на сайте:

<http://www.herzen.spb.ru/main/structure/fukultets/him/1240239958/>

ЦЕНТР КОЛЛЕКТИВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ ФАКУЛЬТЕТА ХИМИИ РГПУ ИМ. А.И. ГЕРЦЕНА

«Физико-химические методы исследования нитросоединений, координационных, биологически активных веществ и наноструктурированных материалов»

Специализация:

Фундаментальные и прикладные исследования объектов неорганической, физической и органической химии, в том числе наноструктурированных, современными физико-химическими методами исследований.

Основные направления деятельности:

- Исследовательские работы по изучению соединений различной природы, включая работы по определению состава многокомпонентных смесей, с использованием методов ИК, УФ, ЯМР спектроскопии, ВЭЖХ и элементного анализа.
- Экспериментальные работы по проведению синтезов в микро- и макроколичествах с использованием микроволнового излучения.
- Обучение (стажировка) персонала аналитических лабораторий с демонстрацией оборудования, а также консультации в области оснащения лаборатории спектральных методов анализа.

Директор ЦКП:

д.х.н., профессор кафедры органической химии Макаренко Сергей Валентинович

Оборудование:

ЯМР-спектрометр Jeol ECX400A (400 МГц)

ИК-спектрометр с Фурье-преобразованием, Shimadzu «IRPrestige-21»

УФ-спектрофотометр Shimadzu UV2401PC

Жидкостной хроматограф Shimadzu LC-20 «Prominace»

Синхронный термоанализатор NETZSCH STA 449F3 Jupiter

Спектрофлуориметр RF-6000 Shimadzu

Элементный анализатор Eurovector (серия EA 3000)

Микроволновой реактор Milestone MicroSYNTH

Весы аналитические Shimadzu AUW-220

Работу приборов обеспечивают два специалиста (кандидата химических наук).
Телефон: (812) 571-38-00; kohRGPU@yandex.ru; www.kohrgpu.ru, <http://ckpo.org.ru/>

**ПРИГЛАШАЕМ К СОТРУДНИЧЕСТВУ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫХ
ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ И СПЕЦИАЛИСТОВ!**

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

ПРЕВРАЩЕНИЯ МЕТАЛЛОАКТИВИРОВАННЫХ МОЛЕКУЛ

В.Ю. Кукушкин

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

v.kukushkin@spbu.ru

Связывание с металлоцентром вызывает существенные изменения электронных (а иногда и структурных) свойств лигандов, что сказывается на их реакционной способности. В результате становятся возможными такие реакции координированных молекул, которые не наблюдались для них в свободном состоянии.

Реакционная способность любого субстрата, координированного к металлоцентру, определяется сложным сочетанием взаимосвязанных эффектов, относительный вклад каждого из которых, как правило, предсказать довольно сложно. Несмотря на это, массив накопленных к настоящему времени экспериментальных данных позволяет выделить ряд факторов (связанных с металлоцентром, свойствами самого лиганда и другими лигандами, входящими в состав того же комплекса), определяющих реакционную способность металлоактивированных молекул. В докладе классифицируются и рассматриваются основные факторы, влияющие на изменение реакционной способности субстратов при координации к металлоцентру, а также систематизируются важнейшие типы реакций лигандов в комплексах.

Будет показано, что металлопромотируемый синтез, реализуемый за счёт химических превращений лигандов, представляет собой перспективную область координационной химии, которая требует более тщательного изучения. Дальнейшие работы в этом направлении должны привести к лучшему пониманию этих процессов и, соответственно, расширить возможности как препаративной координационной, так и органической химии.

ГИДРОЛИТИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ИОНОВ ПЕРЕХОДНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ СИНТЕЗА КАТАЛИТИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

А.Н. Беляев

СПбГТИ (ТУ), Санкт-Петербург

В докладе будут рассмотрены современные представления о гидролитических процессах ионов d-элементов, протекающих в водных растворах.

Известно, что при растворении простых солей переходных элементов в воде, протекают гидролитические процессы, первую стадию которых, в общем виде, можно представить в виде схемы:



Протекание такой реакции становится возможным за счет усиления кислотных свойств воды при координации к положительно заряженным ионам металлов. Координированные гидроксогруппы, образующиеся в результате депротонирования, в свою очередь, могут выступать в роли нуклеофилов, способных вызывать формирование аквагидроксоионов большей ядерности.

Олигомеризация аквакомплексов протекает предпочтительно через образование гидроксомостиков между ионами металла. Хотя для ионов Cr(III) и Rh(III) электронейтральные комплексные единицы $[M(OH)_3(H_2O)_3]$ способны образовывать полимерные сети, обусловленные только водородными связями между координированными OH^- и H_2O соседних фрагментов.

Списи с сотр. на примере Cr(III) показали, что в первую очередь из моногидроксоаквакатионов трехвалентных металлов образуются моногидроксомостиковые биядерные аквакатионы, которые затем, внутримолекулярно конденсируясь, образуют дигидроксомостиковые биядерные аквакатионы $[(H_2O)_4Cr(\mu-OH)_2Cr(H_2O)_4]^{4+}$. В свою очередь, биядерные фрагменты могут взаимодействовать друг с другом, что приводит к образованию тетраядерных частиц. Взаимодействие биядерных комплексов с моноядерными фрагментами, сопровождается образованием трехядерных единиц. Причем, такие процессы могут продолжаться и дальше, с формированием олигомеров с большей ядерностью.

Процессы формирования олигомеров из солей d-элементов могут быть использованы для получения каталитически активных соединений. В докладе будет рассмотрен пример получения такого катализатора, способного мягко и селективно окислять тиолы RSH только до их дисульфидных форм RS-SR.

СТАНОВЛЕНИЕ ФАКУЛЬТЕТА ХИМИИ В РГПУ ИМ. А.И. ГЕРЦЕНА

Е.М. Колосова

РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург

kolosovaem@herzen.spb.ru

История РГПУ им. А.И. Герцена начинается с 13 мая 1797 года, когда Указом Императора Павла I был подписан Указ о взятии под покровительство императрицы Марии Федоровны и придании самостоятельного статуса Санкт-Петербургскому Воспитательному дому. Для Воспитательного дома императрица купила дворцы К.Г. Разумовского и А.Г. Бобринского (в настоящее время – 5 и 2 корпуса). Из числа питомцев Дома выпускались няни, акушерки, садовники, писари, аптекари. В 60-х гг. XIX века открываются и первые научные лаборатории, где изучались способы оспопрививания, искусственного вскармливания детей и организации медицинской помощи. В 1808 году открыты педагогические классы, которые в 1837 году преобразованы в Сиротский институт (с 1855 года – Николаевский сиротский институт). В соседних зданиях открываются Александринский сиротский институт и Училище для глухонемых детей. Именно из стен Сиротского института выходили гувернантки, наставницы и учительницы. Учащимся этого института (обучение было 7-летним) химия преподавалась только в 3 классе (пятый в современной школе), 2 урока в неделю и только «в объеме необходимом для объяснения важнейших физиологических и физических явлений» [1]. Имелась и небольшая коллекция химических препаратов. Подготовка специалистов-химиков начинается только в нач. XX века, в Императорском женском педагогическом институте, который был создан на базе педагогических курсов в 1903 году. В нем уже открывается физико-математическое отделение, которое готовило специалистов по двум направлениям – физико-математических и естественных наук. Поскольку в гимназиях химию не преподавали как отдельный предмет, то и учителей химии специально не готовили. Но в институте занятия по химии проводились. В качестве учебника рекомендовалось учебное пособие «Основы химии» Д.И. Менделеева. Среди плеяды ученых – химиков были С.В. Лебедев, С.И. Созонов, В.Н. Ипатьев, В.Н. Верховский. Увлеченно практические занятия по химии вел А.П. Нечаев – профессор, географ, методист. «Читал лекции с увлечением, как стихи», – писала о нем выпускница Л.Н. Гаккель [2]. Из числа выпускниц, которые стали профессорами – химиками можно назвать В.Н. Крестинскую и Р.Н. Николадзе. В ходе реформ в области образования 1917–1925-х гг. создается высший педагогический институт им. А.И. Герцена. Открывается естественно-географический факультет с тремя отделениями: естествознания, географии и химии. В учебных планах всех отделений обязательным предметом были неорганическая химия и химический анализ. Руководство лабораториями было поручено В.Н. Крестинской. К

этому времени относится активная деятельность кафедры неорганической химии по разработке основ обучения в средней школе. Огромное значение в этих вопросах имели работы В.Н. Верховского. В 1926 году отделение химии было закрыто. Подготовка учителей химии и биологии была сосредоточена на факультете естествознания. Во главе факультета была предметная комиссия, которая состояла из В.Н. Верховского и трех студентов, в числе которых был С.А. Балезин (в те годы студент, затем – Заслуженный деятель науки, профессор). В 1929 году восстановлена роль кафедр. На факультете создано две кафедры – неорганической химии во главе с В.Н. Верховским и органической химии во главе с проф. Ю.С. Залькиндром. Осенью 1930 года удается открыть химическое отделение (химико-технологическое). Студенты тех лет вспоминают, как на лабораторных занятиях их учили конструировать приборы для постановки экспериментальных уроков. В 1933 году вышел первый стабильный учебник по химии для средней школы (В.Н. Верховский, В.А. Жегалова, Я.П. Орловская), который выдержал 18 изданий. В том же году отделение вновь вошло в состав факультета естествознания на правах химической специальности. До конца 1950-гг. это было единственное, в своем роде уникальное отделение, т.к. существовало только в нашем институте. В начале Великой Отечественной войны химические кафедры были объединены в одну. Теоретические занятия проводились в бомбоубежище. В лабораториях было налажено производство противотанковых зажигательных бутылок. Для города был подготовлен щит по правилам тушения термитных бомб. Ряд сотрудников института во главе с А.Д. Смирновым прошли подготовку по индикации отравляющих веществ. В годы эвакуации в г. Кыштыме Челябинской области много внимания уделялось лекционной работе среди населения, помощи местным школам. Среди 11 кандидатских диссертаций 1 была защищена по химии (В.А. Агаханянц–Жегалова). Там же «В.Н. Верховский создал новую программу пропедевтического курса химии, который, в том числе, показал выпускникам семилетки значение химии для конкретного человека и для страны в целом» [3]. Можно привести примеры деятельности других ученых и студентов, внесших свой вклад в Победу. После войны отделение и кафедры были восстановлены. Начался новый виток научных исследований и подготовки кадров. Химическое отделение создало основу для открытия в 1963 году химического факультета, в настоящее время факультета химии.

Список литературы

1. Тимофеев В. 50-летие СПб. Николаевского сиротского института. – СПб. 1887. С 43
2. Музей РГПУ им. А.И. Герцена. Г-2 (Л.Н. Гаккель). С.3
3. О.Г. Роговая, И.А. Орлова, Е.М. Колосова. Вклад герценовцев - химиков в Победу в Великой Отечественной войне. /Актуальные проблемы химии и экологического образования: сб. ст. 62-й Всероссийской науч.- практ.конф. химиков с международным участием. СПб.,15-18.04.2015- СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена. С. 3-13

СЕКЦИЯ 1

ОРГАНИЧЕСКАЯ, БИОЛОГИЧЕСКАЯ И ФАРМАЦЕВТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

В случае 4-метилтиофенола результат зависит от условий эксперимента – при выдержке в течение 1 суток образуется продукт 1,4-присоединения **8** (термодинамический контроль), а при непродолжительной (45 мин) выдержке – продукт 1,2-присоединения **9** (кинетический контроль).

Взаимодействие соединения **3** с представителем *N,S*-бинуклеофилов *o*-аминотиофенолом завершается образованием продукта тандемного процесса «присоединение – гетероциклизация», а именно – стирилсодержащего 2,3-дигидро-1,5-бензотиазепина **10** – потенциально биологически активного соединения. Известно о широком применении в медицинской практике лекарственных средств, содержащих 1,5-бензотиазепиновый цикл (*дилтиазем*, *кветиапин* и др.) [2].

Соединения **4-10** получены впервые; их строение подтверждено методами ЯМР ^1H , $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$ (НМҚС, НМВС) и ИК спектроскопии.

Список литературы

1. Байчурин Р.И., Ализада Л.М., Абоскалова Н.И., Берестовицкая В.М. Синтез и строение геминально активированных 1-нитро-4-фенил-1,3-бутадиенов // Тезисы докладов XIX молодёжной конференции-школы по органической химии (Кластер конференций по органической химии «ОргХим-2016»). Репино. 27 июня-1 июля 2016. СПб.: Изд-во ВВМ. С. 54-55.
2. Машковский М.Д. Лекарственные средства (16-е изд.). М.: РИА «Новая волна». 2012. 1216 с.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЭТИЛ-3-БРОМ-3-НИТРОАКРИЛАТА С ЗАМЕЩЕННЫМИ ГИДРАЗИНАМИ

Л.В. Антонова, В.В. Пелинко, С.В. Макаренко

РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург

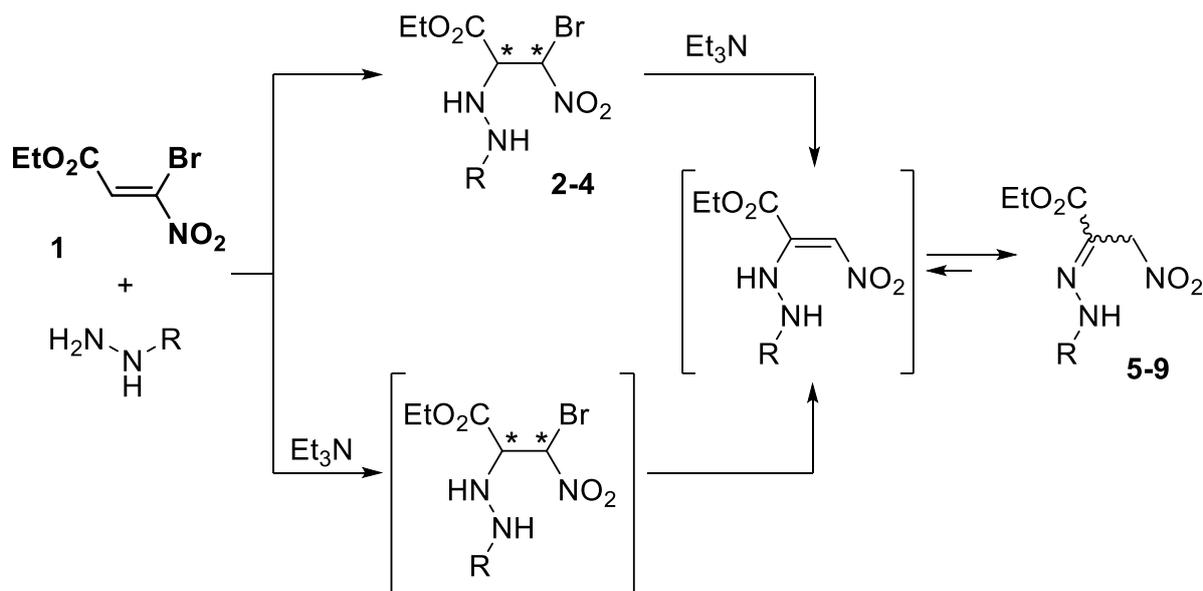
kohrgpu@yandex.ru

Геминальные галогеннитроэтенны – реакционноспособные соединения, интерес к химическим превращениям которых не ослабевает до настоящего времени [1, 2]. На основе представителей галогеннитроэтеннов осуществлен синтез лекарственного средства Furvina, а также пестицидов и инсектицидов [3].

Нами изучено поведение оригинального представителя гем-бромнитроэтеннов – этил-3-бром-3-нитроакрилата (**1**) во взаимодействии с такими бинуклеофилами, как *N*-бензоил-, фенил-, 2-нитрофенил-, 4-нитрофенил- и 2,4-динитрофенилгидразинами.

Реакция с бензоилгидразином протекала в мягких условиях (при комнатной температуре) в отсутствие основания и приводила к образованию *аза*-аддукта (**2**) с выходом 85%. В то же время взаимодействие бромнитроакрилата (**1**) с 4-нитрофенил- и 2,4-динитрофенилгидразинами требовало кипячения, но также завершалось получением аддуктов (**3, 4**) с выходами 69-82%.

Выделенные продукты (**2-4**) при действии триэтиламина (Et_3N) претерпевали элиминирование HBr и превращались в *N'*-замещенные гидразоны этил-3-нитропирувата (**5-7**) с выходами 52-87%. При этом, также как и в случае вышеописанных реакций Ad_N , для получения гидразона (**5**) было достаточно комнатной температуры, а синтез соединений (**6, 7**) протекал лишь при кипячении в безводном бензоле.



$\text{R} = \text{C}(\text{O})\text{Ph}$ (**2, 5**); $4\text{-NO}_2\text{C}_6\text{H}_4$ (**3, 6**); $2,4\text{-(NO}_2)_2\text{C}_6\text{H}_3$ (**4, 7**); Ph (**8**); $2\text{-NO}_2\text{C}_6\text{H}_4$ (**9**)

Проведение этих процессов в режиме «one-pot» позволило получить соответствующие гидразоны (**5-7**) с выходами 58-83%, а также расширить

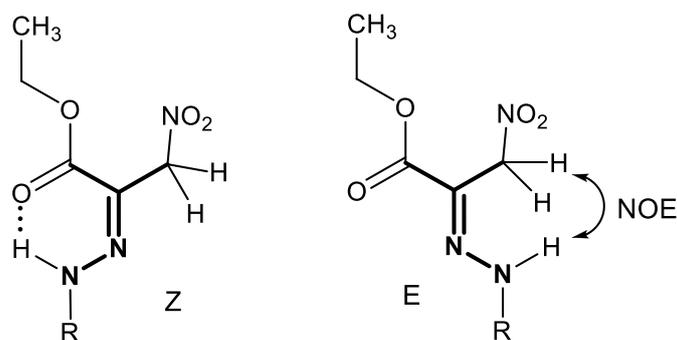
ряд этих соединений на примере синтеза *N'*-фенил- и *N'*-2-нитрофенилгидразонов (**8**, **9**).

По-видимому, образование в этих процессах гидразонов этил-3-нитропирувата является следствием изомеризации (прототропной таутомерии) в условиях реакции промежуточных гидразинонитроэтанов.

Синтезированные этил-3-бром-2-гидразинил-3-нитропропаноаты (**2-4**), судя по данным спектроскопии ЯМР ^1H , представляют собой смесь диастереомеров, которые можно обозначить как *a* и *b* в соотношении 1:4.

Строение *N*-арил(бензоил)гидразонов (**5-9**) охарактеризовано данными спектроскопии ИК, ЯМР ^1H , ^{13}C с привлечением ^1H - ^{13}C НМРС, ^1H - ^{13}C НМВС экспериментов, а состав подтвержден результатами элементного анализа.

Следует отметить, что молекулы полученных гидразонов (**5-9**) способны существовать в виде *E*- и *Z*-изомеров (относительно $\text{C}=\text{N}$ связи). Однако, наличие одного набора сигналов всех структурных фрагментов в спектрах ЯМР ^1H и ^{13}C этих веществ (**5-9**), свидетельствует об образовании только одного изомера.



Исследование представителя синтезированного ряда – гидразона (**7**) методом ^1H - ^1H NOESY показало отсутствие ЯЭО (NOE) между протоном аминогруппы NH (δ 13.61 м.д.) и протонами метиленовой группы CH_2NO_2 (δ 5.44 м.д.), что позволяет приписать этому гидразону (**7**) *Z*-конфигурацию.

Таким образом, изученные взаимодействия показали высокую активность бромнитроакрилата в реакции с замещенными гидразинами, а также позволили осуществить синтез *N'*-замещенных гидразонов этил-3-нитропирувата, существующих в виде *Z*-изомера.

Список литературы

1. Pleshchev, M. I.; Das Gupta, N.V.; Kuznetsov, V. V. // Tetrahedron. 2015. Vol. 71. N 47. P. 9012.
2. Gopi, E.; Kumar, T.; Menna-Barreto, R.F.S. // Org. Biomol. Chem. 2015. Vol. 13. N 38. P. 9862.
3. Benko Z. Pat. US 0063741, 2006.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ХЛОРЭТИНФОСФОНАТОВ С СЕМИКАРБАЗИДОМ

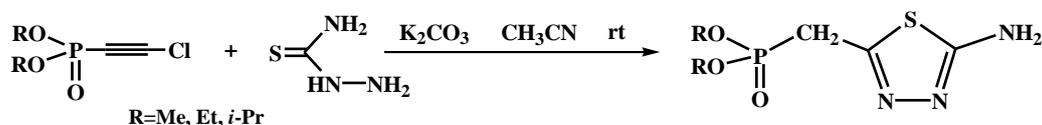
А.Э. Асадуллина, Д.М. Егоров, А.В. Догадина

СПбГТИ(ТУ), Санкт-Петербург

diavoly@mail.ru

Одним из основных современных направлений развития органической химии является синтез новых и модификация уже известных биологически активных соединений. Хорошо известно, что производные 1,3,4-оксадиазола проявляют высокую биологическую активность по целому ряду направлений: противомикробную, противовоспалительную, противораковую и многие другие. Особой проблемой лекарственных препаратов является высокая токсичность и низкая растворимость в водных средах. Введение фосфонатного фрагмента может существенно улучшить эти показатели, при этом расширив спектр потенциальных направлений применения.

Ранее нами был разработан удобный метод получения фосфорилированных 5-амино-1,3,4-тиадиазолов [1], основанный на взаимодействии хлорэтинфосфонатов с тиосемикарбазидом в среде абсолютного ацетонитрила при перемешивании при комнатной температуре в присутствии карбоната калия:



В ходе дальнейших исследований нами была исследована реакция хлорэтинфосфонатов с семикарбазидом в аналогичных условиях. Установлено, что реакция протекает хемоспецифично и приводит к диалкиловым эфирам (5-амино-[1,3,4]оксадиазол-2-ил)-метилфосфоновой кислоты с высокими выходами:

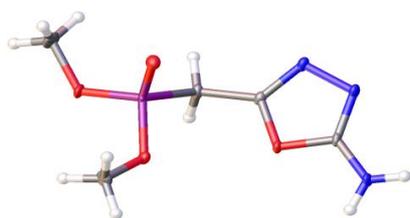
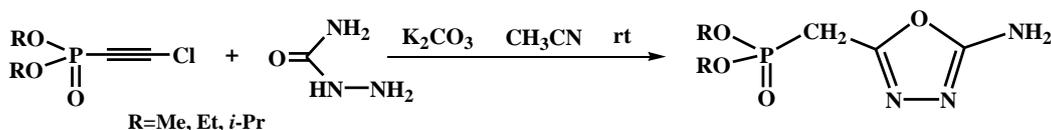


Рис. 1 Результаты рентгеноструктурного анализа

Строение полученных соединений установлено по данным ЯМР-спектроскопии на ядрах ^1H , ^{13}C , ^{31}P и масс-спектрометрии высокого разрешения. Однозначно структура подтверждена результатами рентгеноструктурного анализа (Рис.1).

Список литературы

1. Асадуллина А.Э., Егоров Д.М., Питерская Ю.Л., Догадина А.В. // ЖОХ. 2016. Т. 86. Вып. 3. С. 536.

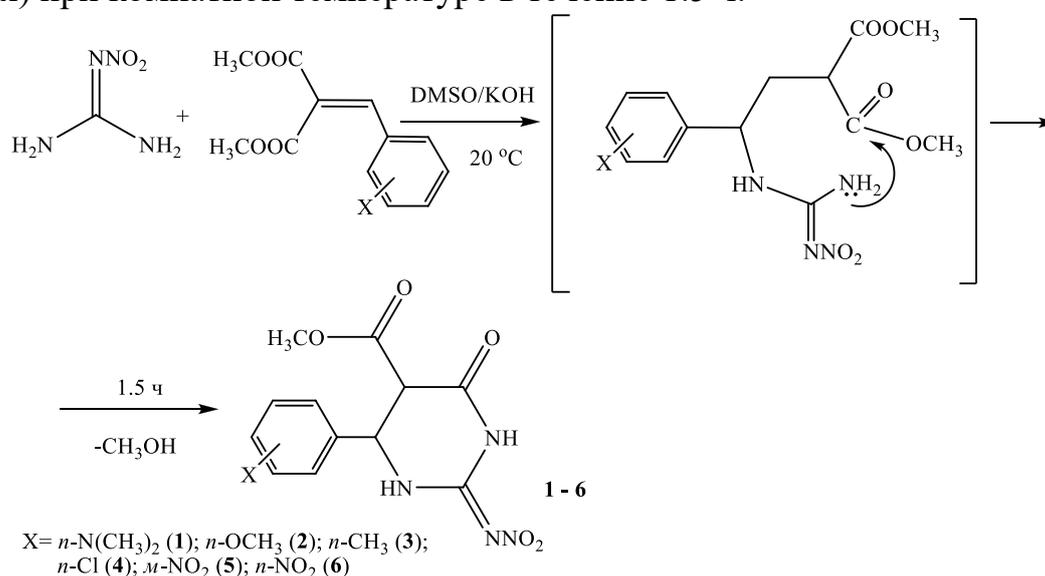
НИТРОГУАНИДИН В СИНТЕЗЕ АЗАГЕТЕРОЦИКЛОВ

А.В. Атларова, Т.П. Ефимова, Т.А. Новикова

РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург

a.v.atlarova@gmail.com

Нитрогуанидин и его производные зарекомендовали себя как перспективные соединения для синтеза гетероциклических систем разных типов, которые находят применения в различных областях прикладной химии, а так же служат основой многих синтетических биологически активных [1] и энергоемких веществ [2]. Нами нитрогуанидин вводился в реакции с замещенными диметил бензилиденмалонатами, которые можно рассматривать как 1,3-биэлектрофилы. Реакции проводились в суперосновной среде (ДМСО, содержащий порошкообразный гидроксид калия) при комнатной температуре в течение 1.5 ч.



В результате реакций были выделены кристаллические метил 4-арил-2-нитроимино-6-оксогексагидропиримидин-5-карбоксилаты (**1-6**) с выходами 41-92 %. Образование данных гетероциклов можно представить как нуклеофильное присоединение активированной в суперосновной среде молекулы нитрогуанидина по электронодефицитному β-углеродному атому диметил бензилиденмалоната, последующая атака по сложноэфирной группе приводит к циклизации. Строение синтезированных соединений установлено с использованием современных физико-химических методов исследования – ИК, ЯМР ¹H, ¹³C спектроскопий с привлечением двумерных корреляционных гетероядерных экспериментов (¹H-¹³C HMQC, ¹H-¹³C HMBSC).

Список литературы

1. Sun C., Zhu J., Wang H., Jin J., Xing J., Yang D. // Eur. J. Med. Chem. 2011. Vol. 46. N 1. P. 11.
2. Chavez D.E., Hiskey M.A., Gilardi R.D. // Org. Lett. 2004. Vol. 6. N 17. P. 2889.

СИНТЕЗ И СТРОЕНИЕ ИНДОЛСОДЕРЖАЩИХ ТРИКАРБАМОИЛ-2-ПИРРОЛИДОНОВ

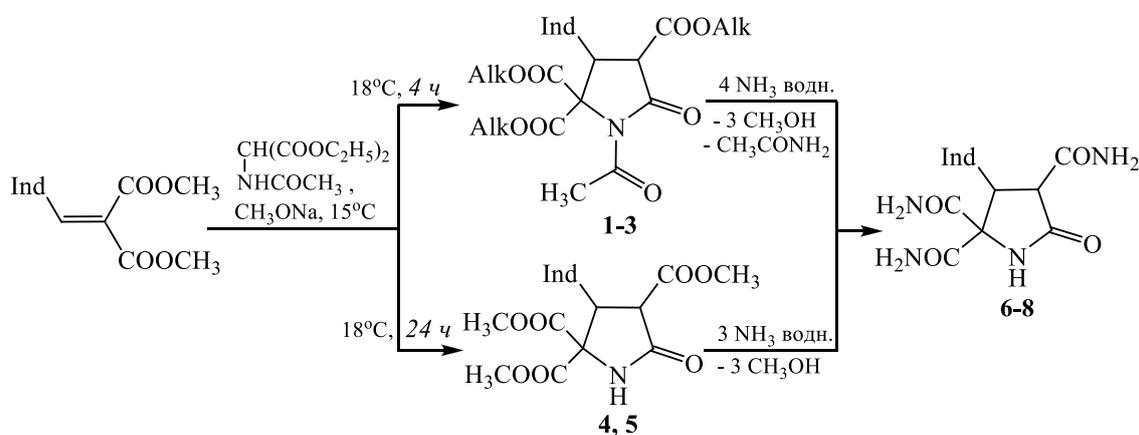
Е.В. Бебякина, Н.В. Городничева,
Е.С. Остроглядов, О.С. Васильева, В.М. Берестовицкая

РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург

kohrgpu@yandex.ru

Известно, что модификация структуры первого представителя ноотропных препаратов - *пирацетама* привела к созданию целого ряда его аналогов – рацетамов (*фенотропил, леветирацетам* и др.). Молекулы этих субстанций наряду с пирролидоновым циклом в N-алкильном фрагменте, как правило, содержат карбамоильную группу. В то же время индольный цикл широко распространён в составе биологически активных природных соединений (*триптофан*) и лекарственных средств (*индопан, диазолин*). В связи с этим, разработка методов синтеза аналогов *пирацетама*, содержащих амидные группы и индольный заместитель при атомах углерода лактамного цикла, представляет несомненный интерес.

Удобными прекурсорами в синтезе подобных соединений могут быть индолсодержащие 3,5,5-трикарбамоил-2-пирролидоны. Вещества (**1-3**) получены нами путём взаимодействия 1,1-диалкоксикарбонилэтенон с диэтил-ацетиламинолонатом (ААМЭ) в присутствии алкоголята натрия. Отметим, что увеличение времени выдержки реакции до 24 часов привело к выделению N-незамещённых 4-(индол-3-ил)- и 4-(1-бензилиндол-3-ил)-3,5,5-трикарбоксилатов (**4, 5**) с выходами 43-50 %.



Ind = индол-3-ил- (**1, 4, 6**), 1-метилиндол-3-ил- (**2, 7**), 1-бензилиндол-3-ил- (**3, 8**)

2-Пирролидон-3,5,5-трикарбоксилаты (**1-5**) подвергались реакции аммонолиза в водном растворе аммиака, при этом, в случае веществ (**1-3**) процесс сопровождался дезацилированием N-ацетильной функции. Целевые триамиды (**6-8**) получены с выходами до 76 %.

Строение 2-пирролидон-3,5,5-трикарбоксилатов (**1-5**) и их амидов (**6-8**) подтверждено совокупностью методов ИК и ЯМР ^1H , ^{13}C спектроскопии с привлечением НМВС и COSY-экспериментов.

СИНТЕЗ 4-(1,3-ДИОКСАЦИКЛАН-2-ИЛ)-5-ФЕНИЛ-1,2,3-ТРИАЗОЛОВ

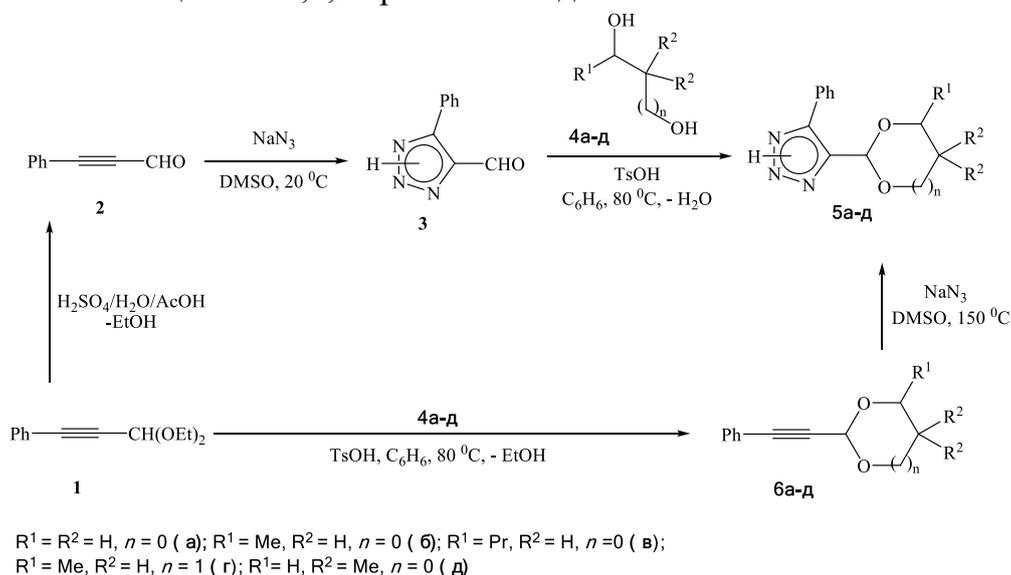
С.С. Злотский¹, Г.Р. Раскильдина¹
 А.А. Голованов², А.А. Бормотин², В.В. Бекин², В.С. Писарева²

¹Уфимский государственный нефтяной технический университет, ²Тольяттинский государственный университет

aleksandgolovanov@yandex.ru

Многие соединения триазольного ряда обладают ярко выраженной биологической активностью, что обуславливает их интенсивное использование в медицине и сельском хозяйстве. Самостоятельные интерес представляют производные триазола, содержащие в своем составе 1,3-диоксоциклановые фрагменты, в частности, препараты этаконазол и пропиконазол, применяемые, как системные фунгициды для защиты сельскохозяйственных культур [1, 2]. Таким образом, синтез новых производных триазола является актуальной задачей.

Нами синтезированы на основе ацетиленовых альдегидов и их ацеталей 1,3-диоксоалканзамещенные 1,2,3-триазолы **5а-д**.



Препаративно доступный 1-фенил-3,3-диэтоксипроп-1-ин **1** [3] превращали в фенилпропиналь **2**, который под действием азиды натрия конвертировали в гетероциклический альдегид **3** с последующей его циклизацией гликолями **4а-д** в целевые 1,3-диоксациклоалканы **5а-д**. Выходы продуктов при этом составили 20–25%.

Альтернативный метод получения последних заключался в переацетализации соединения **1** гликолями **4а-д** с последующей обработкой 1,3-диоксациклоалканов **6а-д** азидом натрия до целевых продуктов **5а-д** (выход 30–75%). Строение полученных соединений было доказано масс-спектрометрией и спектрами ЯМР.

Список литературы

- Каплан Г.И., Кукаленко С.С. // Триазолы и их пестицидная активность. В сб. Современные проблемы химии и химической промышленности. М.: НИИТЭХИМ. 1983. 39 с.
- Рудаков Г.Ф., Дубовис М.В., Кулагин А.С., Царькова К.В., Головешкин А.С., Жилин В.Ф. // ХГС. 2014. Т. 50. № 11. С. 1777.
- Голованов А.А., Раскильдина Г.З., Бекин В.В., Бунев А.С., Михайлова Н.Н., Злотский С.С. // Изв. АН. Сер. хим. 2016. № 7. С. 1757–1760.

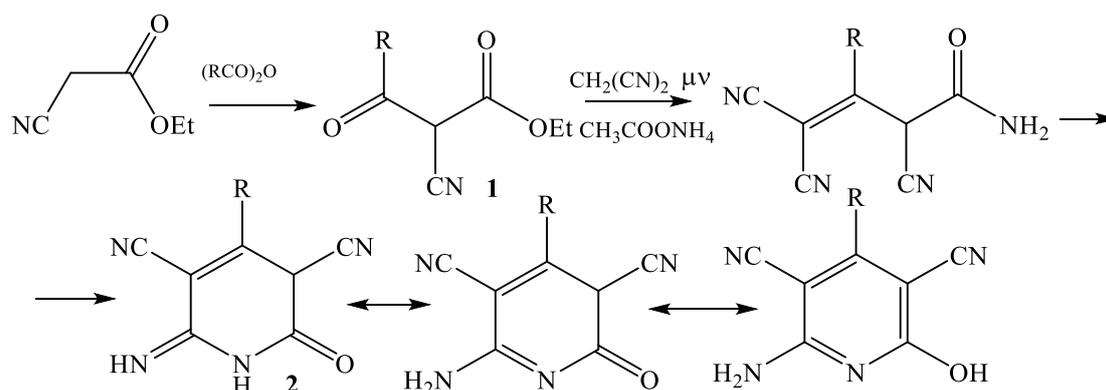
ЗАМЕЩЕННЫЕ ЭТИЛ 2-ЦИАНО-3-ОКСОПРОПАНОАТЫ В СИНТЕЗЕ ДИЦИАНОСОДЕРЖАЩИХ АМИНОПИРИДИНОВ

А.Н. Васильев, А.Н. Лыщиков, О.Е. Насакин

ЧГУ им. И.Н. Ульянова, Чебоксары

polysyan@mail.ru

Современная органическая химия целенаправленно занимается поиском новых методов синтеза соединений, потенциально обладающих определенной фармакологической активностью. Особое место в этом занимают гетероциклические соединения с фармакофорными функциональными группами. Известно, что приоритетным направлением является поиск малостадийных методов синтеза гетероциклических структур с высокими выходами. Особую перспективность проявляют цианосодержащие соединения, которые позволяют их использовать как для циклизации, так и для трансформации в другие функциональные соединения. Ранее было известно, что циануксусный эфир используется для синтеза соединений, проявляющих антимикробные свойства [1]. В продолжение этой темы нами были использованы замещенные этил 2-циано-3-оксопропаноаты, легко получаемые из этил цианоацетата и соответствующего ангидрида. Отличительной особенностью нашей работы является использование метода микроволновой активации в отсутствие растворителя. Нагревание этил этил 2-циано-3-оксопропаноата **1** в смеси с малонитрилом и ацетатом аммония приводит к формированию пиридинов **2** с высокими выходами. Использование термической активации резко понижает выход продукта и частично приводит к осмолению массы.



Строение полученных соединений доказано методами ИК и хроматомасс спектроскопии. Из данных ИК спектроскопии было выявлено, что полученный пиридин **2** претерпевает амид-имидольную и амин-иминную перегруппировку, что позволяет использовать его для дальнейшей химической модификации с целью получения аннелированных гетероциклов с фармакофорными группами.

Список литературы

1. Abdel-Ghany H., El-Sayed A.M., Amer A. A., Ahmed A.M. // J. Heterocyclic Chem. 2016. Vol. 53. N 6. P. 2013.

ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АЛКИЛ-3-НИТРОАКРИЛАТОВ С *o*-АМИНОФЕНОЛАМИ

А.П. Виноградов, В.В. Пелипко, С.В. Макаренко

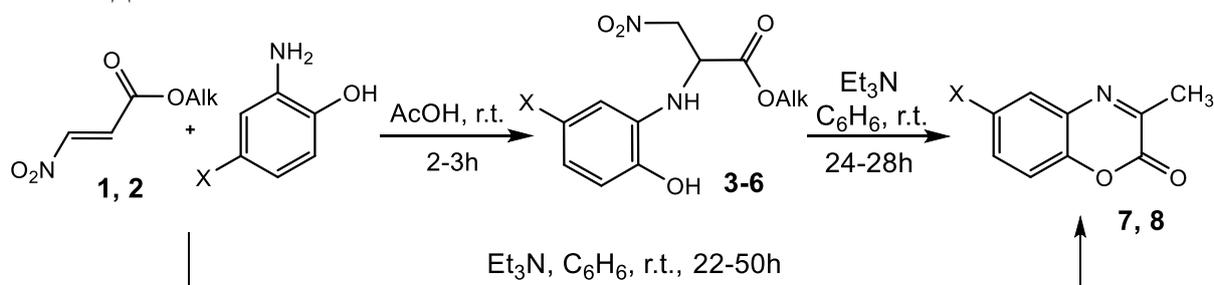
РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург

Aleksvin94@mail.ru

Алкил-3-нитроакрилаты как высокоактивные субстраты широко используются в реакциях с моноклеофилами [1]. На основе их взаимодействия с представителями *N,N*-бинуклеофилов (*o*-фенилендиамином и его замещенными) получены гетероциклические продукты – 3-(нитрометил)-3,4-дигидрохиноксалин-2(1*H*)-оны [2, 3].

Представлялось интересным изучить поведение алкил-3-нитроакрилатов в реакциях с представителями *N,O*-бинуклеофилов, которые имеют разные по нуклеофильности реакционные центры. Очевидно, что меньшая нуклеофильность гидроксильной группы по сравнению с аминогруппой создаст условия для получения *aza*-аддуктов Михаэля, гетероциклизация которых потребует более жестких условий.

Оказалось, что в растворе ледяной уксусной кислоты алкил-3-нитроакрилаты (**1**, **2**) в мягких условиях (при комнатной температуре в течение 2-3 часов) образуют с 2-аминофенолом и его 4-бромзамещенным аналогом *aza*-аддукты (**3-6**) с выходами до 97 %. Обработка продуктов присоединения (**4**, **6**) триэтиламино в растворе безводного бензола при комнатной температуре в течение 24-28 часов завершалась получением одного и того же продукта – 6-бром-3-метил-2*H*-1,4-бензоксазин-2-она (**7**) с выходами 31-34%.



Alk = Me (**1**), Et (**2**)

X = H: Alk = Me (**3**), Et (**5**);

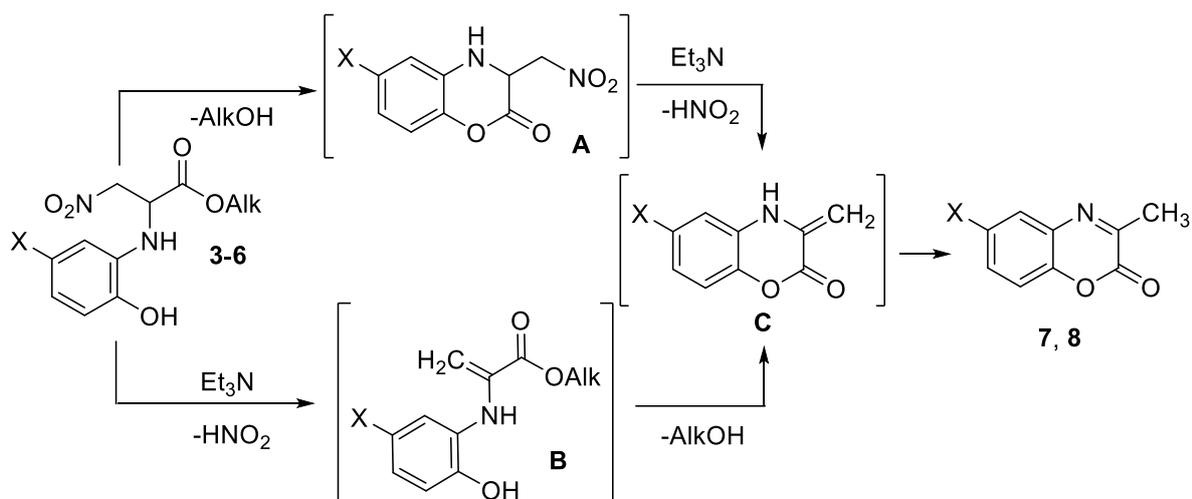
X = Br (**7**), H (**8**)

X = Br: Alk = Me (**4**), Et (**6**)

Синтез гетероцикла (**7**), а также его аналога (**8**) удалось осуществить и однореакторно при взаимодействии алкил-3-нитроакрилатов (**1**, **2**) с 2-аминофенолом и 2-амино-4-бромфенолом в присутствии триэтиламина в растворе безводного бензола при комнатной температуре в течение 22-50 часов. Выходы продуктов (**7**, **8**) в этом случае составили 43-45%.

Процесс образования конечных гетероциклических веществ (**7**, **8**) можно представить двумя альтернативными маршрутами. Первоначально образующийся *aza*-аддукт (**3-6**), в первом случае, при участии второго нуклеофильного центра (фенолят-анионного кислорода) и карбонильного атома углерода сложноэфирной группы претерпевает гетероциклизацию, превращаясь в полупродукт А. Элиминирование азотистой кислоты от

последнего и прототропная перегруппировка в образовавшемся интермедиате **C** приводит к конечному гетероциклу.



Не следует сбрасывать со счетов и возможный обратный порядок превращения аддуктов (**3-6**), а именно, первоначальное элиминирование азотистой кислоты под действием триэтиламина с образованием интермедиата **B** и последующая гетероциклизация в структуру **C**, дальнейшее превращение которой совпадает с первым маршрутом.

Строение синтезированных *aza*-аддуктов (**3-6**) и гетероциклов (**7, 8**) охарактеризовано нами методами ИК, ЯМР ^1H , ^{13}C , ^{15}N спектроскопии, в том числе и гетерокорреляционными экспериментами.

Список литературы

1. Макаренко С.В., Садилов К.Д., Смирнов А.С., Берестовицкая В.М. // Изв. РГПУ им. А.И. Герцена. 2009. № 95. С. 169.
2. Пелипко В.В., Макаренко С.В., Берестовицкая В.М., Байчурин Р.И. // ХГС. 2016. Т. 52. № 8. С 574.
3. Ballini R., Gabrielli S., Palmieri A. // Synlett. 2009. N 6. P. 965.

ДИМЕРИЗАЦИЯ И ТРИМЕРИЗАЦИЯ ФОСФИНОВЫХ КИСЛОТ В ПОЛЯРНЫХ АПРОТОННЫХ РАСТВОРАХ ПО ДАННЫМ ^{31}P ЯМР

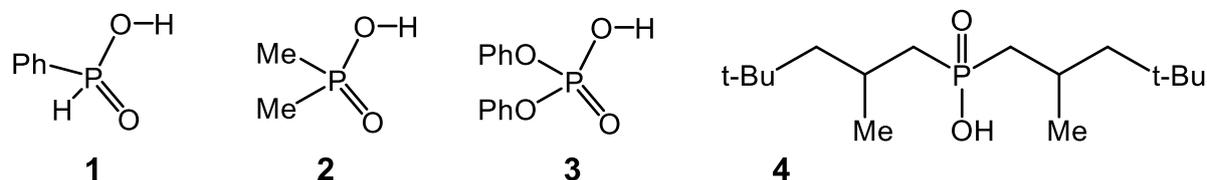
И.С. Гиба, В.В. Муллоярова, М.А. Костин, П.М. Толстой

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

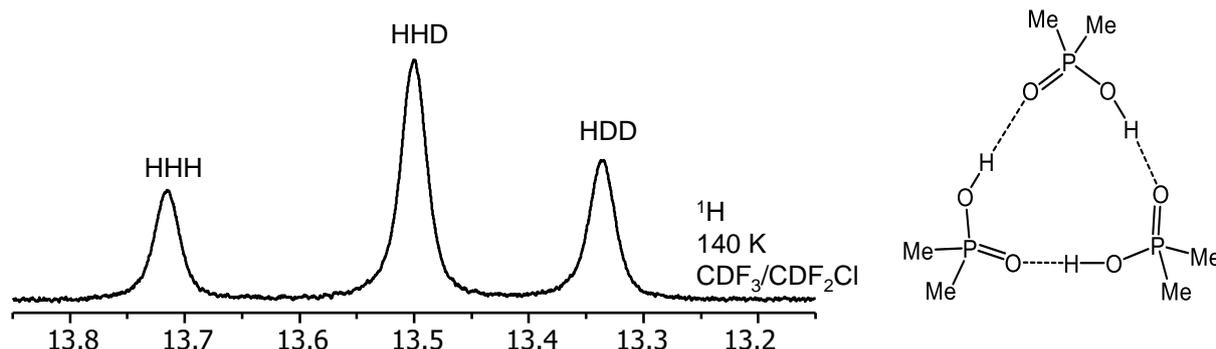
i.giba@spbu.ru, peter.tolstoy@spbu.ru

Фосфиновые кислоты (ФК) с общей формулой $\text{RR}'\text{POOH}$ могут выступать и как доноры и как акцепторы протона в комплексах с водородной связью. В зависимости от размера заместителей R и R', в кристаллах ФК образуют либо бесконечные цепи, либо циклические димеры (по типу димеров карбоновых кислот). Структура самоассоциатов ФК в растворах в апротонных полярных растворах остается изученной мало. Ранее самоассоциация изучалась при помощи ИК спектроскопии (на примере $(\text{CH}_2\text{Cl})_2\text{POOH}$) [1] и спектроскопии ЯМР (на примере $(\text{CH}_3\text{O})_2\text{POOH}$) [2].

Цель данной работы состояла в изучении методами низкотемпературной спектроскопии ЯМР на ядрах ^1H и ^{31}P строения самоассоциатов ряда ФК в растворе в смеси дейтерированных газов-фреонов $\text{CDF}_3/\text{CDF}_2\text{Cl}$, представляющей собой апротонный полярный растворитель (диэлектрическая проницаемость $\epsilon \approx 40$ при температуре 100 К). Для изучения были выбраны четыре ФК, структуры которых схематически изображены ниже:

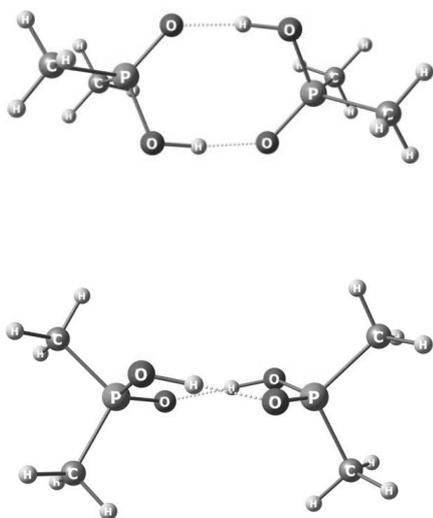


Использование фреонов позволило провести исследования жидких растворов при температурах до 85 К в режиме медленного протонного и молекулярного обмена, когда на спектре ЯМР разрешены сигналы от комплексов разного стехиометрического состава. Также мы применяли неполное дейтерирование групп POOH , при котором число и знаки возникающих H/D изотопных эффектов на химических сдвигах мостиковых протонов (см. [2] и [3]) использовались для определения их стехиометрического состава. Пример такого спектра приведен ниже:

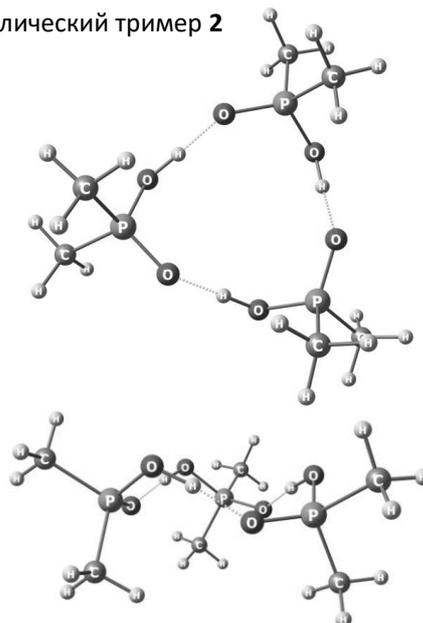


Показано, что **1** образует в растворе в $\text{CDF}_3/\text{CDF}_2\text{Cl}$ при низкой температуре как циклические димеры, так и циклические тримеры, а в случае **2** равновесие практически полностью смещено в сторону тримеров. Циклические тримеры **3** (доминирующая форма самоассоциатов) могут быть образованы несколькими способами, в зависимости от ориентации фенильных групп относительно кольца водородных связей. Соответственно, так как эти формы находятся в режиме медленного обмена, число сигналов на спектрах ЯМР ^1H и ^{31}P возрастает (при дейтерировании кислоты число сигналов возрастает также за счет одновременного дейтерирования групп POOH и PH). Для кислот **2** и **3** был проведен ряд квантово-химических расчетов энергетической стабильности димеров и тримеров в вакууме и ожидаемых величин химических сдвигов мостиковых протонов (см. рисунок ниже). Кислота **4** обладает центрами хиральности, что многократно увеличивает число химически неэквивалентных конформеров циклических тримеров и затрудняет анализ спектров. В этом случае работа по определению стехиометрии комплексов включала также измерение и анализ концентрационных зависимостей хим. сдвигов (^1H , ^{31}P) и коэффициентов диффузии для раствора **4** в CDCl_3 .

Циклический димер **2**



Циклический тример **2**



Работа поддержана грантами РФФИ 17-03-00590 и 17-03-00497.

Список литературы

1. Asfin R.E., Denisov G.S., Tokhadze K.G. // J. Mol. Struct. 2002. Vol. 608. N 2-3. P. 161.
2. Детеринг К., Толстой П.М., Голубев Н.С., Денисов Г.С., Лимбах Х.-Х. // ДАН. 2001. Т. 379. № 3. С. 353.
3. Голубев Н.С., Асфин Р.Е., Смирнов С.Н., Толстой П.М. // ЖОХ. 2006. Т. 76. Вып. 6. С. 956.

РЕАКЦИЯ ХЛОРЭТИНФОСФОНАТОВ С АМИНОЗАМЕЩЕННЫМИ СН-КИСЛОТАМИ

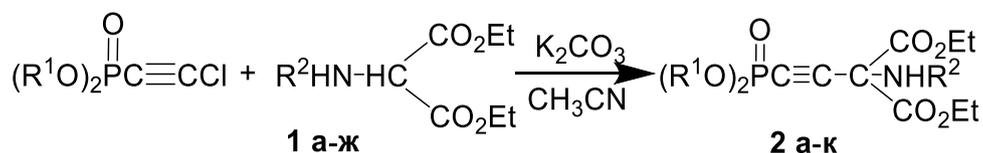
А.В. Дмитриев, Н.Б. Викторов, А.В. Егорова, А.В. Догадина

СПбГТИ(ТУ), Санкт-Петербург

diekerze54@gmail.com

Систематические исследования взаимодействия хлорэтин-фосфонатов с нуклеофильными реагентами показали, что основным направлением является нуклеофильное замещение атома хлора [1], в некоторых случаях реакция сопровождается присоединением второй молекулы нуклеофила по тому же углеродному атому [2].

Нами было установлено, что взаимодействие хлорэтинфосфонатов с аминомалонатами **1а–ж** проходит также как классическое С-нуклеофильное замещение атома хлора с образованием новых фосфорилированных этинаминомалонатов **2а–к**.



R¹ = Me, R² = Ph (2а), *p*-MeC₆H₄ (2б), *p*-MeOC₆H₄ (2в), *p*-BrC₆H₄ (2г)

R¹ = Et, R² = Ph (2д), *p*-MeC₆H₄ (2е), *o*-MeC₆H₄ (2ж), *m*-MeC₆H₄ (2з),

p-MeOC₆H₄ (2и), *p*-BrC₆H₄ (2й), *p*-FC₆H₄ (2к)

Реакцию проводили при интенсивном перемешивании, при комнатной температуре в безводном ацетонитриле при мольном соотношении реагентов и поташа 1:1:1,5. Контроль за ходом реакции осуществляли методами ТСХ и ЯМР ³¹P. Очистка полученных соединений проводилась колоночной хроматографией или перекристаллизацией из смеси гексана и этилацетата (5:1). Выход составил 70-80%. Фосфорилированные этиниламиномалонаты представляют собой бесцветные кристаллические вещества, плавящиеся в диапазоне 50-70°C.

Строение полученных этинфосфонатов **2а–к** доказано ЯМР спектроскопией на ядрах ¹H, ¹³C, ³¹P, ¹⁵N, данными масс-спектрометрии высокого разрешения (ESI) и однозначно подтверждено рентгеноструктурным анализом.

Оригинальные фосфорилированные этиниламиномалонаты явились предшественниками новых фосфорилированных гетероциклов.

Список литературы:

1. Петров А.А., Догадина А.В., Ионин Б.И., Ионин Б.И., Гарибина В.А., Леонов А.А. // Усп. хим. 1983. Т. 52. Вып. 11. С. 1793.
2. Гарибина В.А., Леонов А.А., Догадина А.В., Ионин Б.И., Петров А.А. // ЖОХ. 1985. Т. 55. Вып. 9. С. 1994.

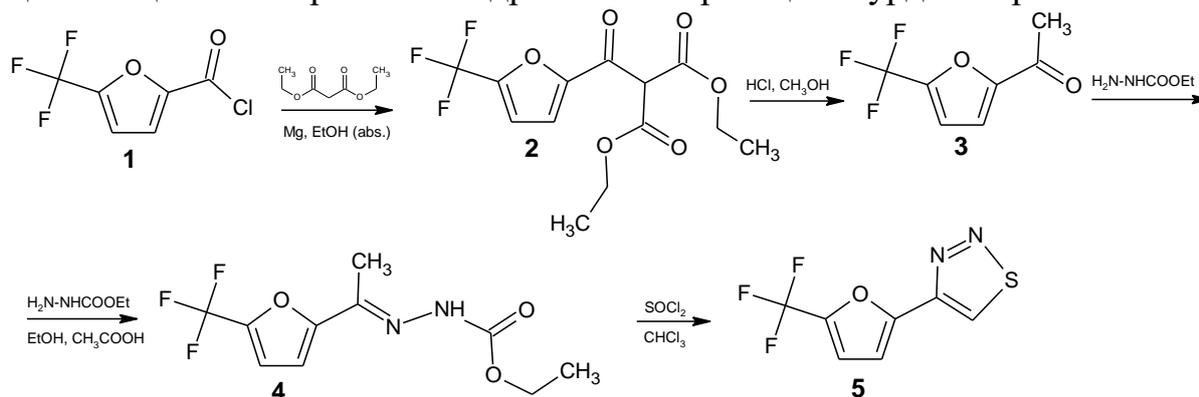
СИНТЕЗ 4-(5-ТРИФТОРМЕТИЛФУР-2-ИЛ)-1,2,3-ТИАДИАЗОЛА

Е.П. Доронина¹, Л.М. Певзнер¹, М.Л. Петров¹, В.А. Полукеев²

¹СПбГТИ(ТУ), Санкт-Петербург, ²ФГБНУ «Институт экспериментальной медицины», Санкт-Петербург

dr.elis@mail.ru

Сочетание в одной молекуле сопряженных гетероароматических фрагментов, являющихся внутримолекулярными донорами и акцепторами электронной плотности, придает соединениям такого типа способность связываться с белковыми фрагментами. Примером такой системы является 4-фурил-1,2,3-тиадиазол, где донором служит π -избыточный фурановый цикл, а акцептором – π -дефицитный 1,2,3-тиадиазольный. Ранее было установлено, что сама по себе эта система нестабильна [1], однако введение π -акцепторного заместителя в фурановое кольцо придает ей устойчивость [2]. Было решено проверить можно ли добиться аналогичной стабилизации вводя в фурановое кольцо такой сильный σ -акцептор, как трифторметильная группа. В данной работе разработан метод синтеза 4-(5-трифторметилфур-2-ил)-1,2,3-тиадиазола **5** исходя из описанного хлорангирида **1** через ацилмалоновый эфир **2**, ацетилфуран **3** и циклизацию его карбэтоксигидразона **4** по реакции Хурда–Мори.



Синтезированный тиадиазолилфуран **5** представляет собой светло-желтые кристаллы с температурой плавления 60°C и является более стабильным соединением, чем 4-фурил-1,2,3-тиадиазол и его производные, содержащие метильные заместители в фурановом кольце [1]. Оценка возможной биологической активности с помощью программы PASS [3], с достаточной вероятностью говорит о возможном проявлении у соединения **5** анальгетической активности. Строение всех полученных соединений подтверждается данными спектров ЯМР ¹H, ¹³C, ¹⁹F.

Список литературы

1. Певзнер Л.М., Ремизов Ю.О., Петров М.Л. // ЖОХ. 2015. Т. 85. Вып. 1. С. 67.
2. Кутичева К.В., Певзнер Л.М., Петров М.Л.// ЖОХ. 2015. Т. 85. Вып. 3. С. 436.
3. <http://www.way2drug.com/PASSOnline>.

СИНТЕЗ *аза*-АДДУКТОВ НА ОСНОВЕ НИТРОСУЛЬФОДИЕНОВ РЯДА ТИОЛЕН-1,1-ДИОКСИДА

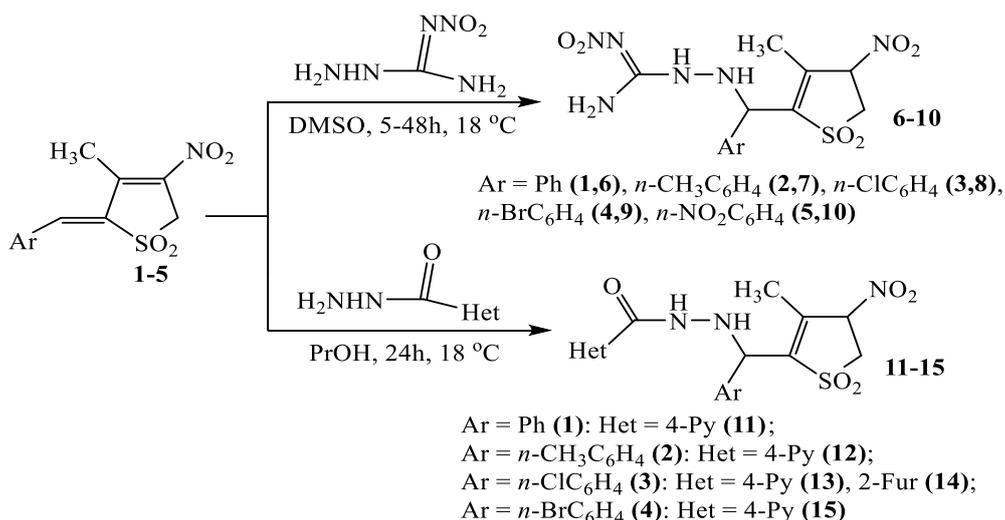
П.А. Дубовик, А.В. Серебрянникова, А.В. Кравченко, И.Е. Ефремова

РГПУ им. А. И. Герцена Санкт-Петербург

kohrgpu@yandex.ru

Ранее было показано, что *s-транс*-фиксированные нитросульфодиены ряда тиолен-1,1-диоксида (бензилиденнитротиолен-1,1-диоксиды) легко взаимодействуют с *C*-нуклеофилами с образованием продуктов 1,4-присоединения [1]. Структурно подобные продукты были получены в реакциях бензилиденнитротиолен-1,1-диоксидов с гидразидами ароматических кислот и некоторыми ароматическими аминами [2].

Нами синтезирован широкий ряд *аза*-аддуктов **6-15** в результате взаимодействия бензилиденнитротиолен-1,1-диоксидов **1-5** с гидразидами гетероциклических кислот, протекающего при комнатной температуре в пропаноле в течение 24 ч, а также в реакциях с аминонитрогуанидином, осуществляемых в растворе ДМСО при 18°C.



Максимальный выход (до 95%) достигался в случае наиболее электронодефицитного субстрата **5**, нитродиеновая система которого активирована акцепторным нитрофенильным заместителем, а для получения аддуктов на основе *n*-толилзамещенного диена **7** требовался избыток реагента и большая выдержка реакционной смеси (72 ч).

Аддукты **6-15** – стабильные, бесцветные кристаллические вещества, свойства этих веществ изучаются. Строение соединений **6-15** принято на основании данных ЯМР (¹H, ¹³C{¹H}, ¹H-¹³C НМРС, ¹H-¹³C НМВС) и ИК спектроскопии, состав подтвержден данными элементного анализа.

Список литературы

1. Берестовицкая В.М., Селиванова М.В., Вакуленко М.И., Ефремова И.Е., Беркова Г.А. // ЖОрХ. 2009. Т. 45. Вып. 12. С. 1818.
2. Лапшина Л.В., Серебрянникова А.В., Ефремова И.Е., Перхунова А.Д., Бортников С.В., Берестовицкая В.М. // ЖОХ. 2014. Т. 84. Вып. 8. С. 1293.

СИНТЕЗ СЕРУСОДЕРЖАЩИХ ПРОИЗВОДНЫХ БИС(ДИКАРБОЛЛИД)ОВ КОБАЛЬТА И ЖЕЛЕЗА

С.А. Ерохина^{1,2}, С.А. Ануфриев², И.Б. Сиваев², В.И. Брегадзе²

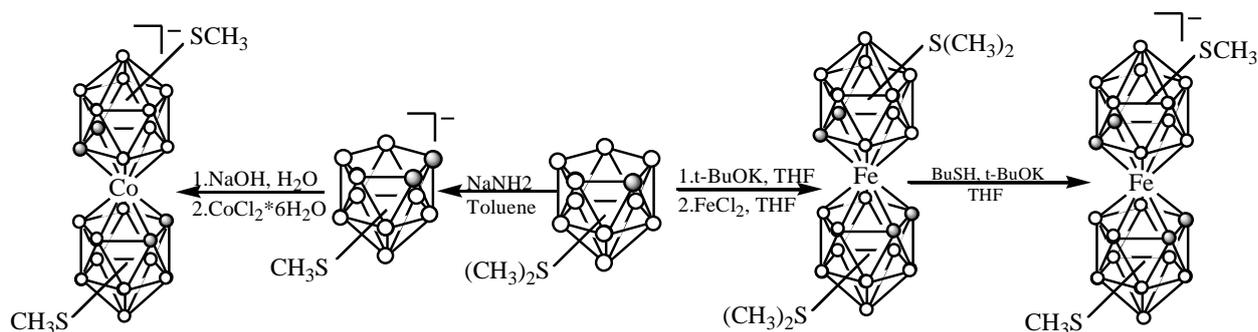
¹РХТУ им. Д.И. Менделеева, ²ИНЭОС РАН им. А.Н. Несмеянова, Москва

erokhina.sv@yandex.ru

Нами были синтезированы метилсульфидные производные бис(дикарболлид)ов железа и кобальта, содержащие заместители в разных положениях верхнего пояса дикарболлидного лиганда.

Для получения производных бис(дикарболлид)ов железа использовали реакцию известных диметилсульфониевых производных *нидо*-карборана 9- и 10- Me_2S -7,8- $\text{C}_2\text{B}_9\text{H}_{11}$ с безводным FeCl_2 в тетрагидрофуране по описанной в литературе методике [1, 2] с последующим частичным деметилированием заместителя до SMe и окислением железа (II) до железа (III) кислородом воздуха.

Для получения производных бис(дикарболлид)ов кобальта сначала проводили частичное деметилирование диметилсульфониевых производных *нидо*-карборана с последующей сборкой металлокомплекса в щелочном водном растворе. На рисунке представлены схемы синтеза данных реакций.



Строение полученных соединений доказано методами ЯМР и масс-спектрологии, а структура установлена методом РСА.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант №16-33-00607.

Список литературы

1. Núñez R., Tutusaus O., Teixidor F., Viñas C., Sillanpää R., Kivekäs R. // Chem. Eur. J. 2005. Vol. 11. N 19. P. 5637.
2. Yan Y-K., Mingos D.M.P., Muller T.E., Williams D.J., Kurmoo M. // J. Chem. Soc., Dalton Trans. 1994. N 12. P. 1735.

ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОКИСИ МЕЗИТИЛА С НИТРОАЦЕТОНИТРИЛОМ

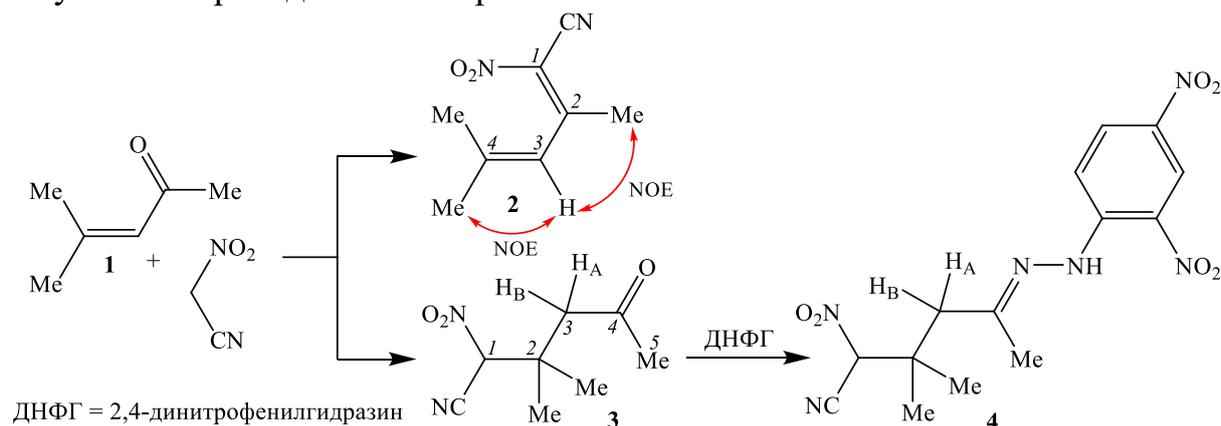
В.С. Зеленская, Р.И. Байчурин, Н.И. Абоскалова

РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург

kohrgpu@yandex.ru

Сочетание в молекулах сопряженных карбонильных соединений двух конкурирующих центров – активированной С=C связи и С=О группы – обуславливает повышенный интерес к ним как к удобным моделям для изучения проблем региоселективности в реакциях с нуклеофильными реагентами.

В настоящей работе впервые исследовано взаимодействие одного из представителей алифатических еноктонов – окиси мезитила **1** – с нитроацетонитрилом (рКа 4.86 [1]). Оказалось, что реакция протекает в абсолютном этаноле в присутствии хлоргидрата метиламина и соды, завершаясь образованием двух типов соединений – диена **2** и продукта присоединения по кратной С=C связи **3**; их соотношение и выходы зависят от условий проведения эксперимента.



При действии 2,4-динитрофенилгидразина на аддукт **3** получен соответствующий гидразон **4**.

Соединения **2-4** синтезированы впервые; их строение подтверждено методами ЯМР ^1H , ^{13}C и ИК спектроскопии. Так, в спектре ЯМР ^1H (CDCl_3) диена **2** олефиновый протон C^3H проявляется при 5.63 м.д. в виде квартета, демонстрируя дальнейшее ССВ ($^4J = 1.63$ Гц) с протонами метильной группы при атоме углерода C^2 (1.96 м.д., д.). Наличие в спектре ^1H - ^1H NOESY кросс-пиков между сигналами олефинового протона и сигналами протонов двух метильных групп свидетельствует о реализации для диена **2** *s-цис*-конформации. В спектре ЯМР ^1H (CDCl_3) аддукта **3** сигнал метинового протона C^1H регистрируется в виде синглета при 6.26 м.д.; магнитно неэквивалентные (вследствие диастереотопии) протоны метиленовой группы $\text{C}^3\text{H}_\text{A}\text{H}_\text{B}$ проявляются в виде двух дублетов (2.63 и 2.71 м.д.) с $^2J_{\text{AB}} 18.90$ Гц.

Список литературы

1. Ried W., Köhler E. // Lieb. Ann. 1956. Bd. 598. Hf 2. S. 145.

ФОТОХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ 2-ДИАЗО-1,3-ДИМЕТИЛБАРБИТУРОВОЙ КИСЛОТЫ

В.М. Калинин, М.П. Родин, Л.В. Байчурина

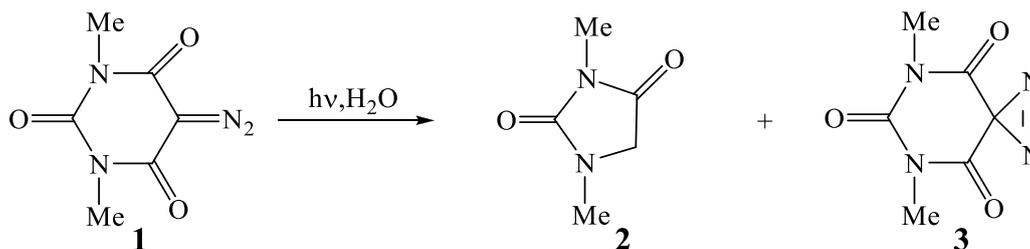
Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург

vofanchic@gmail.com

Дiazосоединения имеют большое значение в препаративной и теоретической химии. Многочисленные и разнообразные превращения diaзосоединений дают возможность синтезировать на их основе самые различные классы органических соединений. Большие перспективы в этом плане открывают фотохимические превращения diaзосоединений [1].

Целью нашего исследования является изучение фотохимических превращений циклических 2-диазо-1,3-дикарбонильных соединений.

Фотохимические превращения 2-диазо-1,3-дикарбонильных соединений под действием УФ света могут протекать с отщеплением азота или сохранением diaзофункции. Превалирование того или иного направления реакции определяется структурой исходного соединения, условиями фотолиза.



Нами показано, что основным направлением фотолиза 2-диазо-1,3-диметилбарбитуровой кислоты **1** в протонной среде является перегруппировка Вольфа с образованием 1,3-диметил-2,4-диоксоимидазолидин-5-карбоновой кислоты. 3-Оксокислота нестабильна и быстро декарбоксилирует, давая соответствующий имидазол **2**.

Наряду с перегруппировкой Вольфа наблюдается и другой фотохимический процесс – изомеризация в диазирин **3**.

Строение выделенных соединений надежно подтверждено современными физико-химическими методами – ИК, ЯМР ¹H, ¹³C спектроскопия (с применением гетерокорреляционных экспериментов).

Выражаем благодарность Центру коллективного пользования «Физико-химические методы исследования нитросоединений, координационных, биологически-активных веществ и наноструктурированных веществ» факультета химии РГПУ им. А. И. Герцена за помощь в проведении спектральных исследований.

Список литературы

1. Ulbricht M., Thurner J.-U., Siegmund M., Tomaschewski G. // Z. Chem. 1988. Bd. 28. Hf. 4. S. 102.

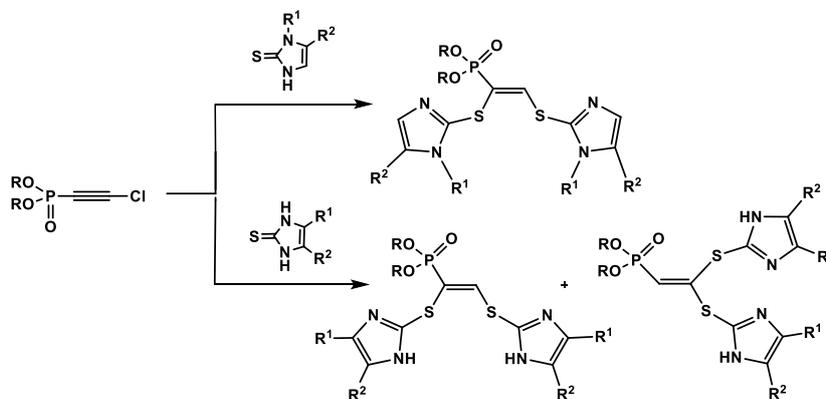
РЕАКЦИИ ФОСФОРИЛИРОВАНИЯ БЕНЗИМИДАЗОЛ-2-ТИОНОВ ХЛОРАЦЕТИЛЕНФОСФОНАТОМ

Д.Д. Карцев, Д.М. Егоров, Ю.Л. Питерская, А.В. Догадина

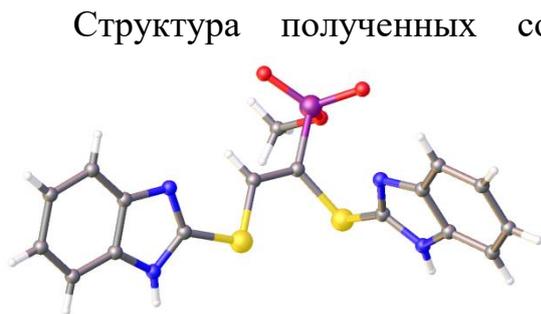
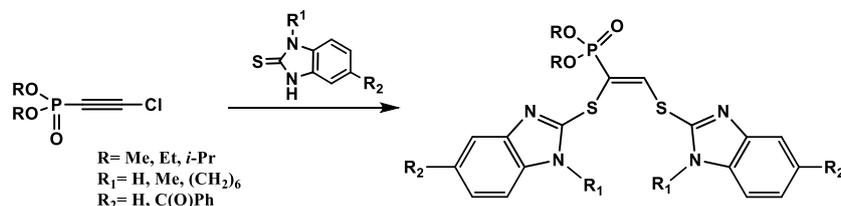
СПбГТИ(ТУ), Санкт-Петербург

diavoly@mail.ru

Ранее нами было показано, что взаимодействие хлорацетиленфосфоната с имидазол-2-тионами в безводном ацетонитриле при комнатной температуре протекает с образованием линейных алкенфосфонатов. При этом было отмечено, что в случае N-замещенных производных имидазол-2-тиона реакция протекает хемо- и региоселективно с образованием только вицинального продукта. В отличие, в реакциях с N-незамещенными имидазол-2-тионами реакции протекают с образованием двух изомеров геминальной и вицинальной структуры в соотношении ~1:1.



В продолжении исследований реакционной способности хлорацетиленфосфоната с производными имидазол-2-тионов в качестве объектов исследования были выбраны замещенные бензимидазол-2-тионы. Установлено, что в аналогичных условиях реакция протекает хемо- и региоселективно с образованием только вицинальных алкенфосфонатов.



Структура полученных соединений установлена при помощи современных физико-химических методов анализа: ЯМР спектроскопии на ядрах ¹H, ¹³C, ³¹P, масс-спектрометрии высокого разрешения. Однозначно структура подтверждена по данным рентгеноструктурного анализа.

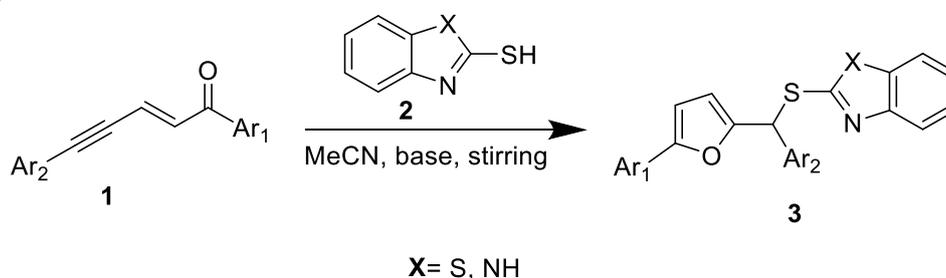
СИНТЕЗ 2,5-ДИЗАМЕЩЕННЫХ ФУРАНОВ НА ОСНОВЕ (E)-1,5-ДИАРИЛПЕНТ-2-ЕН-4-ИН-1-ОНОВ

Ю.А. Кунавин, А.А. Голованов

Тольяттинский государственный университет, Тольятти

yuriy.kunavin@gmail.com

Известен ряд способов синтеза функциональных производных фурана на основе препаративно доступных сопряженных ениновых кетонов. Фурановый цикл образуется в результате реакции пент-2-ен-4-ин-1-онов с трибутилфосфином [1] или метилен-активными кетонами [2]. Циклизация винилацетиленовых кетонов происходит под каталитическим действием органических комплексов хрома [3]. Нами обнаружено, что взаимодействие (E)-1,5-дизамещенных пент-2-ен-4-ин-1-онов **1** с 2-меркаптобензазолом **2** идет с образованием производных фурана **3** (выход 50-90%).



Реакция кетонов **1** с тиолами **2** идет в условиях катализа основаниями (KOH, DBU, Et₃N) при комнатной температуре.

Некоторые кетоны **1** взаимодействует с калиевой солью 2-меркаптобензимидазола **2** с образованием соответствующего фурана **3**.

Структура полученных бензазолилфурфурилсульфидов **3a-d** подтверждена спектрами ЯМР ¹H и ¹³C, а также рентгеноструктурным анализом.

Список литературы

1. Kuroda H., Hanaki F., Izawa H., Kano M., Itahashi H. // Tetrahedron. 2004. Vol. 60. N 8. P. 1913.
2. Reddy C. R., Reddy M. D. // J. Org. Chem. 2014. Vol. 79. N 1. P. 106.
3. Miki K., Yokoi T., Noshino F., Kato Y., Washitake Y., Ohe K., Uemura S. // J. Org. Chem. 2004. Vol. 69. N 15. P. 1557.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЭТИЛ-2-(1-МЕТИЛИНДОЛ-3-ИЛ)-3-НИТРОАКРИЛАТА С 1,2-ДИАМИНОБЕНЗОЛАМИ

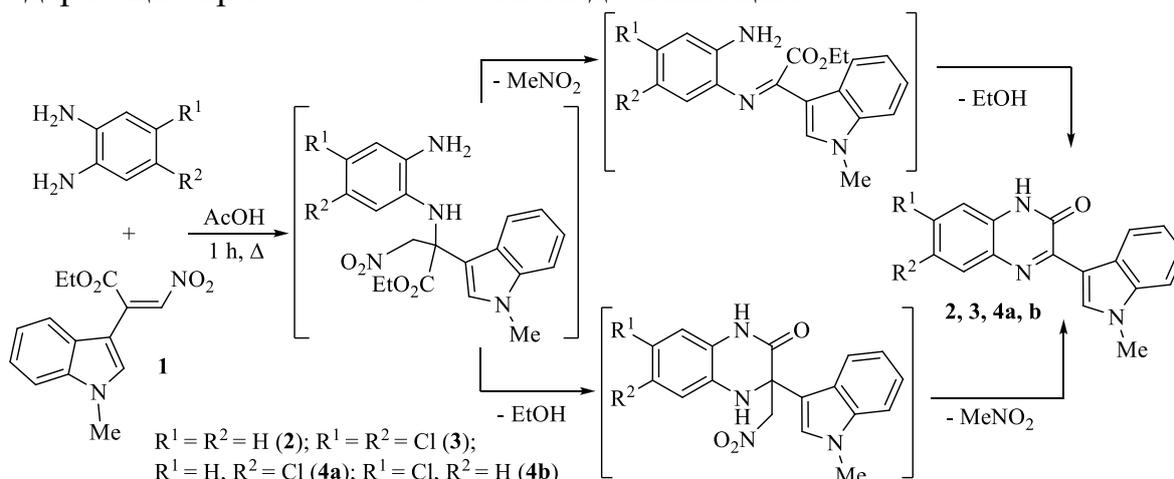
Р.П. Кустин, С.Д. Савельев, В.В. Пелипко, С.В. Макаренко

РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург

romankustin@gmail.com

Важное место в химии функционализированных нитроалкенов занимают 3-нитроакрилаты, обладающие высокой реакционной способностью и возможностью использования в качестве исходных реагентов при синтезе практически значимых веществ [1, 2]. Их оригинальные представители – алкил-2-гетерил-3-нитроакрилаты содержат в составе молекулы фрагмент нитроакрилата и фармакофорный гетероциклический (индол, пиррол) заместитель [3, 4], что делает их не менее интересными в синтетическом плане.

Нами изучено поведение представителя гетерилнитроакрилатов – этил-2-(1-метилиндол-3-ил)-3-нитроакрилата (**1**) в реакциях с *o*-фенилендиамином, а также его моно- и дихлорзамещенными. В результате кипячения смеси исходных веществ (нитроакрилат : бинуклеофил = 1 : 2) в ледяной уксусной кислоте (AcOH) получались хиноксалиноны (**2-4**), содержащие при С³ атоме N-метилиндольный цикл.



По-видимому, процесс предполагает первоначальное образование *aza*-аддукта (Ad_N), последующее отщепление от него молекулы нитрометана и внутримолекулярную гетероциклизацию при участии второй NH_2 и CO_2Et групп. Возможен и обратный маршрут превращения аддукта.

Хиноксалиноны (**2-4**) – это интенсивно окрашенные кристаллические вещества с высокими температурами плавления. Их строение установлено на основе данных ИК, УФ, ЯМР 1H , ^{13}C спектроскопии.

Список литературы

- Макаренко С.В., Садиков К.Д., Смирнов А.С., Берестовицкая В.М. // Известия РГПУ им. А.И. Герцена. 2009. № 95. С. 169.
- Ballini R., Gabrielli S., Palmeri A. // Current Org. Chem. 2010. Vol. 14. N 1. P. 65.
- Берестовицкая В.М., Макаренко С.В., Смирнов А.С., Губайдуллин А.Т., Литвинов И.А., Пекки А.И., Саркисян З.М. // ЖОХ. 2008. Т. 78. Вып. 5. С 820.
- Смирнов А.С., Пекки А.И., Макаренко С.В., Берестовицкая В.М. // ЖОХ. 2007. Т. 77. Вып. 1. С. 163.

РЕАКЦИИ ГИДРАЗИДОВ 4-АРИЛ-2-ПИРРОЛИДОН-3-КАРБОНОВЫХ КИСЛОТ С АЦЕТОНОМ

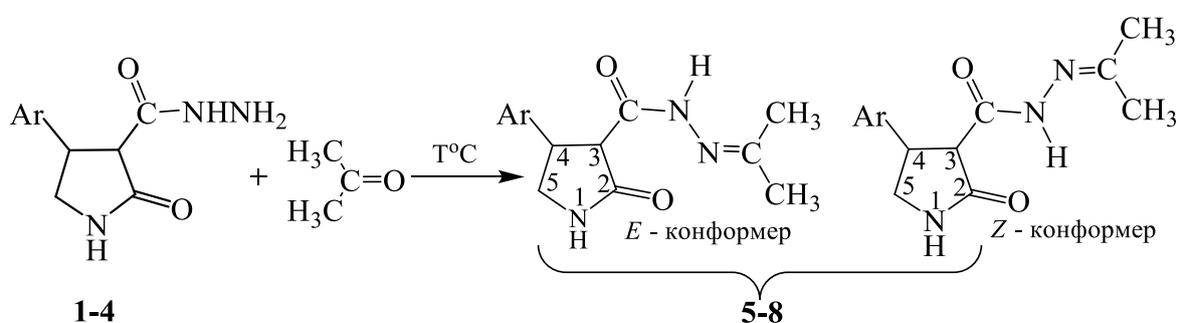
*С.С. Мышко, М.В. Сазонова,
Е.С. Остроглядов, Н.В. Городничева, О.С. Васильева*

РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург

kohrgpu@yandex.ru

Производные 2-пирролидон-3-карбоновых кислот представляют интерес ввиду их высокой реакционной способности и возможности получения на их основе новых фармакологически активных субстанций [1]. Так, реакции гидразидов 2-пирролидон-3-карбоновых кислот с альдегидами и кетонами перспективны для получения веществ, сочетающих в своей структуре такие фармакофорные блоки как пирролидоновый цикл, карбогидразидную функцию и алкилиденновый заместитель. Такая комбинация фармакофоров в молекуле может привести к синтезу новых высоко физиологически активных веществ.

Нами изучены реакции конфигурационно однородных гидразидов 2-пирролидон-3-карбоновых кислот (**1-4**), полученных по известной методике [2], с ацетоном. Процесс осуществлялся кипячением реакционной смеси в течение 1 часа. В результате получены потенциально биологически активные 4-арил-3-изопропилиденгидразинкарбонил-2-пирролидоны (**5-8**) с высокими выходами (79-95 %) в виде смесей *E*- и *Z*-конформеров в соотношении 1 : 2.7, что хорошо коррелирует с имеющимися в литературе данными [3].



Ar = фенил (**1**, **5**), 4-метоксифенил (**2**, **6**), 4-толил (**3**, **7**), 4-хлорфенил (**4**, **8**)

Строение синтезированных соединений (**5-8**) охарактеризовано методами ИК, ЯМР¹H, ¹³C спектроскопии с привлечением НМҚС и НМВС экспериментов.

Список литературы

1. Берестовицкая В.М., Васильева О.С., Остроглядов Е.С. 2-Пирролидон и его производные. Монография. - СПб: Изд-во «Астерион», 2013. - 192с.
2. Городничева Н.В., Остроглядов Е.С., Васильева О.С., Пелипко В.В., Гуржий В.В., Берестовицкая В.М. // ЖОрХ. 2016. Т. 52. Вып. 11. С. 1622.
3. Voskiene A., Sapijanskaite B., Mickevicius V., Jonuskiene I., Stasevych M., Komarovska-Porokhnyavets O., Musyanovych R., Novikov V. // Molecules. 2012. Vol. 17. N 12. P. 14434.

СИНТЕЗ НОВЫХ СОЛЕЙ ХИНОЛИНИЯ

Ю.Ю. Нестеренко, О.Ю. Кавун, Т.А. Сараева, В.Д. Дяченко

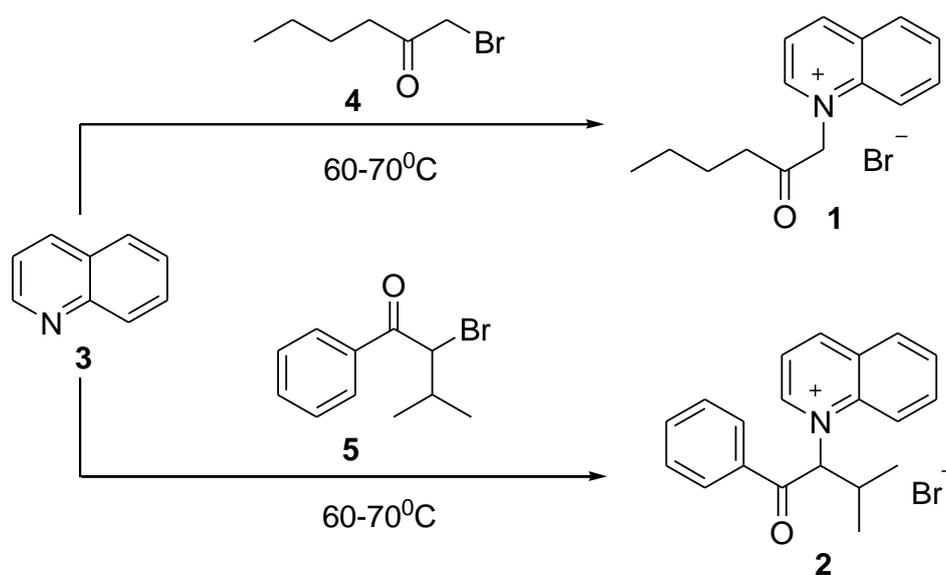
ЛНУ имени Тараса Шевченко, Луганск

sara-chem@mail.ru

Разработка методов синтеза гетероциклических систем на основе хинолина имеет важное практическое значение. Это дает возможность получить целый спектр интересных по строению и свойствам соединений, которые могут служить синтетическими блоками для получения структур более сложного характера, что значительно расширяет поиск полезных с физиологической точки зрения соединений [1-3].

В настоящем исследовании мы получили соли хинолиния **1**, **2** при нагревании (60-70°C) хинолина **3** и соответствующих алкилирующих реагентов: 1-бром-4-метилпентан-2-она **4** и 2-бром-3-метил-1-фенилбутан-1-она **5**.

Полученные соли **1**, **2** исследуются в качестве нуклеофильных и электрофильных реагентов.



Строение синтезированных соединений подтверждено данными ЯМР ¹H, ¹³C-спектроскопии и масс-спектрометрии.

Список литературы

1. Аитов И.А., Шаранин Ю.А., Коваленко С.Н. // Укр. Хим. Журн. 1995. Т. 61. № 8. С. 114-117.
2. Шестопапов А.М., Аитов И.А., Шаранин Ю.А., Литвинов В.П. // Изв. АН СССР. Сер. хим. 1991. № 8. С. 1431-1439.
3. Глущенко Н.Н., Плетенева Т.В., Попков В.А. // Фармацевтическая химия: Учебник для студ. сред. проф. учеб. заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2004. 384 с.

ЕНИНОВЫЕ КЕТОНЫ В СИНТЕЗЕ И МОДИФИКАЦИИ АЗАГЕТЕРОЦИКЛОВ

А.А. Голованов, И.С. Одиц, В.В. Бекин, В.С. Писарева

Тольяттинский государственный университет, Тольятти

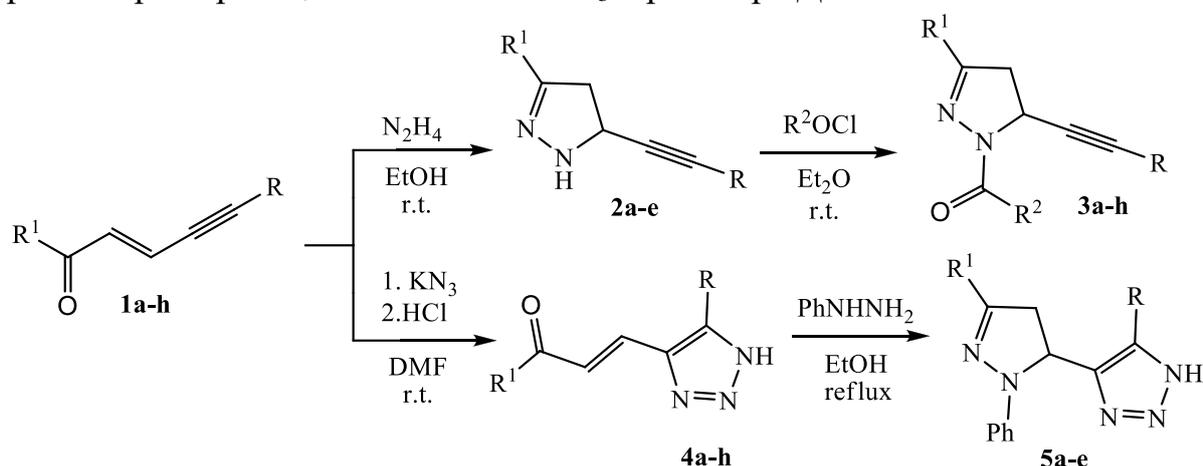
aleksandgolovanov@yandex.ru

Наличие нескольких реакционных центров в молекуле сопряженных ениновых кетонов открывает широкие синтетические возможности для синтеза сложных гетероциклических систем, обладающих ценными свойствами. К числу таких соединений относятся пиразолы, фураны, триазолы и диазепины [1-3].

В данной работе обобщены результаты исследования химических превращений ряда 1,5-дизамещенных (*E*)-пент-2-ен-4-ин-1-онов **1**. Кетоны **1** получены конденсацией Кляйзена-Шмидта арилпропиоловых альдегидов с арилметилкетонами [4].

Взаимодействие кетонов **1** с $N_2H_4 \cdot H_2O$ легко протекает при комнатной температуре в этиловом спирте с хорошими выходами. Полученные 3-(арил)-5-(2-арилэтинил)-4,5-дигидро-1*H*-пиразолы **2** легко ацилируются хлорангидами карбоновых кислот в эфирном растворе в присутствии пиридина, что позволяет вводить в их состав фармакофорные группы. Выход *N*-ацилпроизводных пиразолинов **3** при этом достигает 86%.

Рассматриваемые кетоны оказались высокореакционноспособными диполярфилами и в качестве примера присоединения диполя нами была рассмотрена реакция кетонов **1** с KN_3 в растворе ДМФА.



1,4 R = Ph, **a:** R¹ = Ph, **b:** R¹ = 4-MeC₆H₄, **c:** R¹ = 4-MeOC₆H₄, **d:** R¹ = 4-ClC₆H₄, **e:** R¹ = 4-BrC₆H₄, **f:** R¹ = Thiophen-2-yl, R¹ = Ph, **g:** R = 4-MeC₆H₄, **h:** R = R¹ = 4-BrC₆H₄. **2** R = Ph, **a:** R¹ = Ph, **b:** R¹ = 4-MeC₆H₄, **c:** R¹ = 4-MeOC₆H₄, **d:** R¹ = 4-ClC₆H₄, **e:** R¹ = 4-BrC₆H₄. **3** R = Ph, R² = CH₃ **a:** R¹ = Ph, **b:** R¹ = 4-MeC₆H₄, **c:** R¹ = 4-ClC₆H₄, **d:** R¹ = 4-BrC₆H₄, R² = Ph **e:** R¹ = Ph, **f:** R¹ = 4-MeC₆H₄, R² = 3-NO₂C₆H₄CH=CH **g:** R¹ = Ph, **h:** R¹ = 4-MeC₆H₄. **5** R¹ = Ph, **a:** R = Ph, **b:** 4-MeC₆H₄, **c:** 4-ClC₆H₄, **d:** 4-BrC₆H₄, **e:** Thiophene-2-yl

Взаимодействие исходных реагентов заканчивается за 1-2 часа и после удаления растворителя и подкисления реакционной смеси соляной кислотой образуются (*2E*)-1-арил-3-(5-фенил-1*H*-1,2,3-триазол-4-ил)проп-

2-ен-1-оны **4**, выход которых достигает 90-98%. Циклоприсоединение идет селективно: согласно данным ТСХ и спектрам ЯМР ^1H продукты являются чистыми региоизомерами. Полученные триазольные халконы **4** легко вступают в реакцию циклоконденсации с $\text{PhNHNH}_2 \cdot \text{HCl}$. При кипячении реагентов в EtOH с хорошим выходом (72–93%) образуются 4,5-дигидро-1*H*-пиразолилзамещенные 1,2,3-триазолы **5**.

Состав синтезированных соединений подтверждается данными элементного анализа и масс-спектрометрии высокого разрешения, а структура – методами РСА и ИК-, ЯМР ^1H , ЯМР ^{13}C спектроскопии.

Список литературы

1. Ботвинник Е. В., Баландов А. Н., Кузнецов М. А. // ЖОрХ. 2001. Т. 37. Вып. 3. С. 446.
2. Вацадзе С.З., Голиков А.Г., Кривенько А.П., Зык Н.В. // Усп. хим. 2008, Т. 77. Вып. 8. С. 707.
3. Pardin C., Roy I., Lubell W. D., Keillor J. K. // Chem. Biol. Drug Des. 2008. Vol.72. N 3. P. 189.
4. Голованов А. А., Латыпова Д. Р., Бекин В. В., Писарева В. С., Вологжанина А. В., Докичев В. А. // ЖОрХ. 2013. Т. 49. Вып. 9. С. 1282.

СИНТЕЗ 2-МЕТОКСИ-4-СТИРИЛНИКОТИНОНИТРИЛОВ

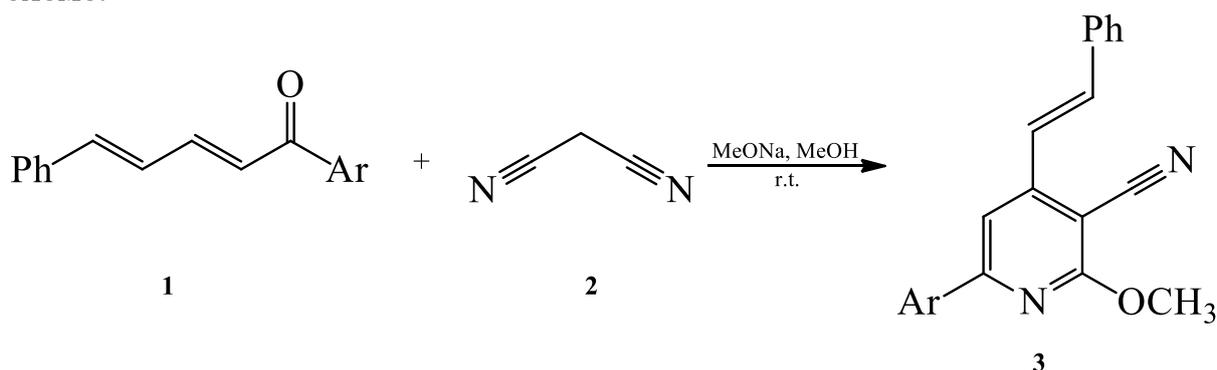
С.О. Ракиин, Ю.А. Кунавин, А.А. Голованов

Тольяттинский государственный университет, Тольятти

aleksandgolovanov@yandex.ru

Производные никотинонитрилов используются в качестве агрохимикатов, например как регуляторы роста растений, фунгициды, гербициды. Кроме того, в их ряду найдены антиоксиданты, ИКК- β ингибиторы, антагонисты рецептора аденозина A_{2A} [1]. Они обладают антимикробной, противовирусной, антибактериальной, противогрибковой, противоопухолевой, противовоспалительной и гипотензивной активностью [2]. Соединения, содержащие пиридиновый фрагмент, применяют в качестве нелинейных оптических материалов, электрических материалов, хелатообразующих агентов в металлоорганической химии, красителей и ингибиторов коррозии.

В связи с этим, с целью поиска синтезов новых производных никотинонитрилов, обладающих практической значимостью, нами был выполнен синтез стирилзамещенных пиридинов **3** по представленной ниже схеме.



Ar = Ph, 4-CH₃C₆H₄, 4-CH₃OC₆H₄, 4-C₂H₅OC₆H₄, 4-ClC₆H₄, 4-BrC₆H₄,
4-FC₆H₄, 2-C₄H₉S

Стирилзамещенные пиридины **3**, выходы которых составили 17-56 %, были получены путем взаимодействия диеновых кетонов **1**, растворенных в метиловом спирте, с полуторакратным избытком малононитрила **2** и раствора метилата натрия при комнатной температуре и интенсивном перемешивании в течение 22 ч. Полученные продукты представляют собой белые кристаллические вещества.

Список литературы

1. Dangar V.R., Borkhataria K.N., Shah V.R. // Scientific Reviews & Chemical Communications. 2014. Vol. 4. N 1. P. 31.
2. Bhadani V.N., Patel P.A., Purohit H.D., Purohit D.M. // International Letters of Chemistry, Physics and Astronomy. 2015. Vol. 50. P. 35.

СИНТЕЗ И СТРОЕНИЕ ГЕМИНАЛЬНО АКТИВИРОВАННЫХ ФУРАН- И ТИОФЕНСОДЕРЖАЩИХ 1-НИТРО-1,3-БУТАДИЕНОВ

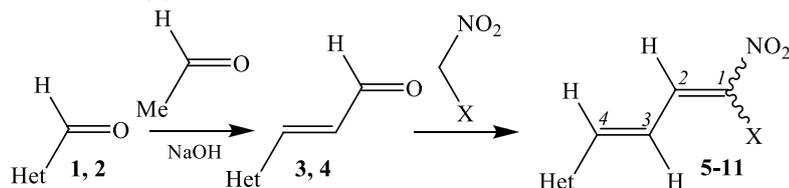
А.А. Решетников, Р.И. Байчуринов, В.М. Берестовицкая

РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург

kohrgpu@yandex.ru

Ранее на кафедре органической химии РГПУ им. А.И. Герцена был разработан одностадийный метод синтеза *гем*-замещенных нитроэтенон реакцией ароматических и гетероциклических альдегидов с нитросодержащими СН-кислотами [1]. Однако, сведения о получении геминально активированных нитродиенов в литературе до настоящего времени весьма ограничены [2, 3].

Нами осуществлена конденсация 3-(2-фурил)- и 3-(2-тиенил)акролеинов **3**, **4**, предварительно полученных реакцией фурфурола и тиофен-2-карбальдегида **1**, **2** с уксусным альдегидом, с нитроуксусным эфиром, нитроацетоном, нитроацетофеноном и нитроацетонитрилом. Реакции проводились в присутствии кислотных агентов (соединения **5-9**) или без добавления катализатора (соединения **10**, **11**); выходы замещенных нитродиенов **5-11** достигают 88%.



Het = 2-фурил (**1**, **3**), 2-тиенил (**2**, **4**);

X = COOEt: Het = 2-фурил (**5**), 2-тиенил (**6**); X = C(O)Me: Het = 2-фурил (**7**), 2-тиенил (**8**);

X = C(O)Ph: Het = 2-тиенил (**9**); X = CN: Het = 2-фурил (**10**), 2-тиенил (**11**);

Синтезированные 1-ацетил(циано)-1-нитро-4-фурил(тиенил)-1,3-бутадиены представляют собой окрашенные твердые кристаллические вещества с четкими температурами плавления, а их этоксикарбонильные и бензоильный аналоги – маслообразные соединения.

Строение полученных веществ **5-11** установлено на основании спектральных данных. Так, в спектрах ЯМР ^1H всех нитродиенов величины КССВ $^3\text{J}_{\text{H}^3\text{H}^4}$ 14.88-15.16 Гц свидетельствуют о *транс*-расположении этих протонов. По положению сигнала H^2 для соединений **9-11** установлена *E*-конфигурация участка цепи $\text{C}^1=\text{C}^2$, а для соединений **7**, **8** – *Z*-форма; вещества **5**, **6** выделены в виде смесей *Z,E*- и *E,E*-изомеров. Для всего ряда соединений на основании наличия кросс-пиков в спектрах ^1H - ^1H NOESY между протонами H^2 и H^4 установлена *s*-*транс* конформация диеновой системы.

Список литературы

1. Берестовицкая В.М., Байчуринов Р.И., Абоскалова Н.И. Сопряженные нитроэтенны, геминально активированные сложноэфирной, циано- и ацильной группами. Монография. СПб: Астерион, 2014. 232 с.
2. Lehnert W. // Synthesis. 1976. N12. P. 827.
3. Foucaud A., Razorilalana-Rabearivony C., Loukakou E., Person H. // J. Org. Chem. 1983. Vol. 48. N 21. P. 3639.

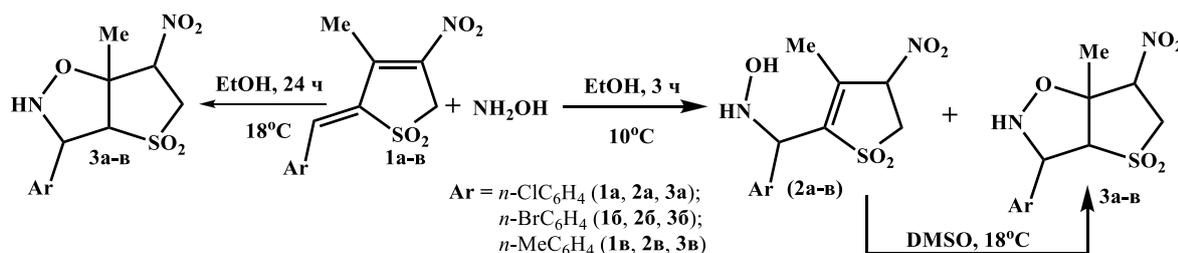
ОСОБЕННОСТИ РЕАКЦИЙ НИТРОСУЛЬФОДИЕНОВ РЯДА ТИОЛЕН-1,1-ДИОКСИДА С ГИДРОКСИЛАМИНОМ

А.Е. Рябинин, А.В. Серебрянникова, В.М. Берестовицкая, И.Е. Ефремова

РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург

kohrgpu@yandex.ru

s-Транс-фиксированные моонитросульфодиены ряда тиолен-1,1-диоксида — 2-бензилиден-3-метил-4-нитро-3-тиолен-1,1-диоксиды **1а-в** активно взаимодействуют с нуклеофилами по двум направлениям, предпочтительность которых определяется характером реагента. Такие нуклеофилы как малоновый эфир, 1-фенил-3-метил-5-пиразолон, а также ароилгидразины легко присоединяются по 1,4-положениям диеновой системы с образованием соответствующих аддуктов [1, 2]. Взаимодействие с типичными бинуклеофилами (енолизирующимися СН-кислотами, фенилгидразином) протекает через серию последовательных превращений, приводящих к полициклическим производным нитросульфолана с конденсированными кольцами хромана или пиразолидина [1,3].



С целью расширения границ применимости и выявления факторов, определяющих предпочтительность направлений реагирования с бинуклеофилами нами исследовано взаимодействие нитросульфодиенов **1а-в** с гидроксиламином в разных условиях. Оказалось, что в мягких условиях (этанол, 10°C, 3 ч) образуются эквимольные смеси продуктов присоединения **2а-в** и бициклов **3а-в**, содержащих конденсированные системы сульфолана и изоксазолидина. При выдержке в ДМСО аддукты **2а-в** превращаются в бициклические производные **3а-в**. Увеличение выдержки реакционной смеси при комнатной температуре (18 °С) способствовало эффективному образованию бициклических структур **3а-в**.

Строение полученных веществ **2а-в**, **3а-в** принято на основании данных ЯМР (¹H, ¹³C) и ИК спектроскопии, их состав подтвержден данными элементного анализа.

Список литературы

1. Берестовицкая В. М., Селиванова М. В., Вакуленко М. И., Ефремова И. Е., Беркова Г. А. // ЖОрХ. 2009. Т. 45. Вып. 12. С. 1818.
2. Лапшина Л.В., Серебрянникова А.В., Ефремова И.Е., Перхунова А.Д., Бортников С.В., Берестовицкая В.М. // ЖОХ. 2014. Т. 84. Вып. 8. С. 1293.
3. Berestovitskaya V.M., Efremova I.E., Lapshina L.V., Serebryannikova A.V., Gurzhiy V.V., Abzianidze V.V. // Mendeleev Comm. 2015. Vol. 25. N 3. P. 191.

БЕНЗИЛИДЕННИТРОТИОЛЕ-1,1-ДИОКСИДЫ В РЕАКЦИЯХ ПРОИЗВОДНЫМИ ФЕНИЛГИДРАЗИНА

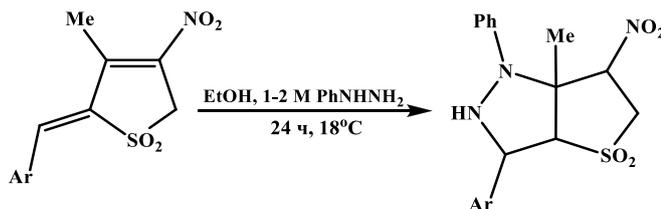
И.И. Савельев, А.В. Серебрянникова, А.С. Сивкова, И.Е. Ефремова

РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург

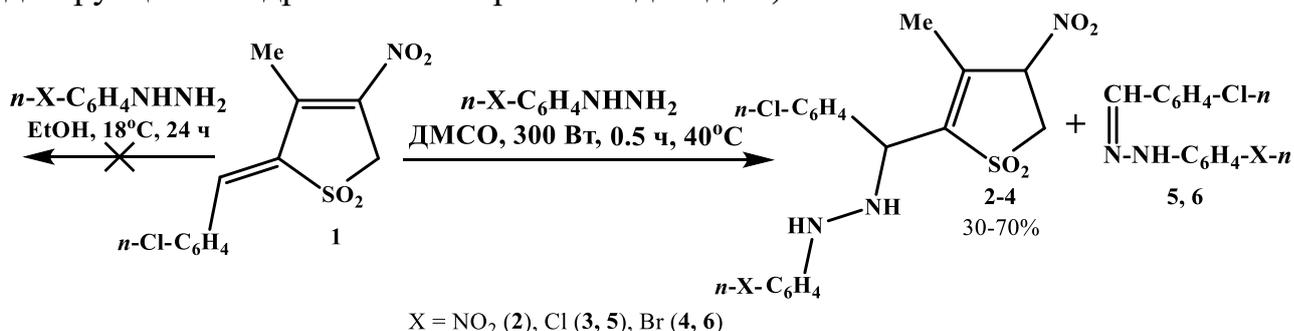
kohrgpu@yandex.ru

Бензилиденнитроттиолен-1,1-диоксиды являются удобными субстратами для конструирования конденсированных полициклических производных нитросульфолана.

В частности, на основе реакций с фенилгидразином, протекающих в мягких условиях (этанол, 18°C, 24 ч) были получены конденсированные бициклы с кольцами пиразолидина [1].



С целью выявления границ применимости данной реакции нами изучено взаимодействие бензилиденнитроттиолен-1,1-диоксида **1** с *n*-нитро- и бром- и хлорсодержащими фенилгидразинами. Оказалось, что в растворе этанола данные реагенты пассивны по отношению к нитросульфодиену **1** как при комнатной температуре, так и при кипячении. Однако в более жестких условиях – при микроволновом иницировании (P ~300W, ДМСО, 40°C, 40 мин) исследуемое взаимодействие завершалось образованием *aza*-аддуктов 1,4-присоединения **2-4**, при этом в случае *n*-галогенфенилгидразинов в реакционной смеси фиксировались и продукты деструкции – гидразоны *n*-хлорбензальдегида **5, 6**.



Наблюдаемая закономерность, по-видимому, обусловлена понижением основных свойств выбранных реагентов (pKa HВ⁺ 4.4, 4.9) по сравнению с фенилгидразином (pKa HВ⁺ 5.2).

Строение полученных соединений **2-4** принято на основании данных спектроскопии ЯМР ¹H.

Список литературы

1. Berestovitskaya V.M., Efremova I.E., Lapshina L.V., Serebryannikova A.V., Gurzhiy V.V., Abzianidze V.V. // Mendeleev Comm. 2015. Vol. 25. N 3. P. 191.

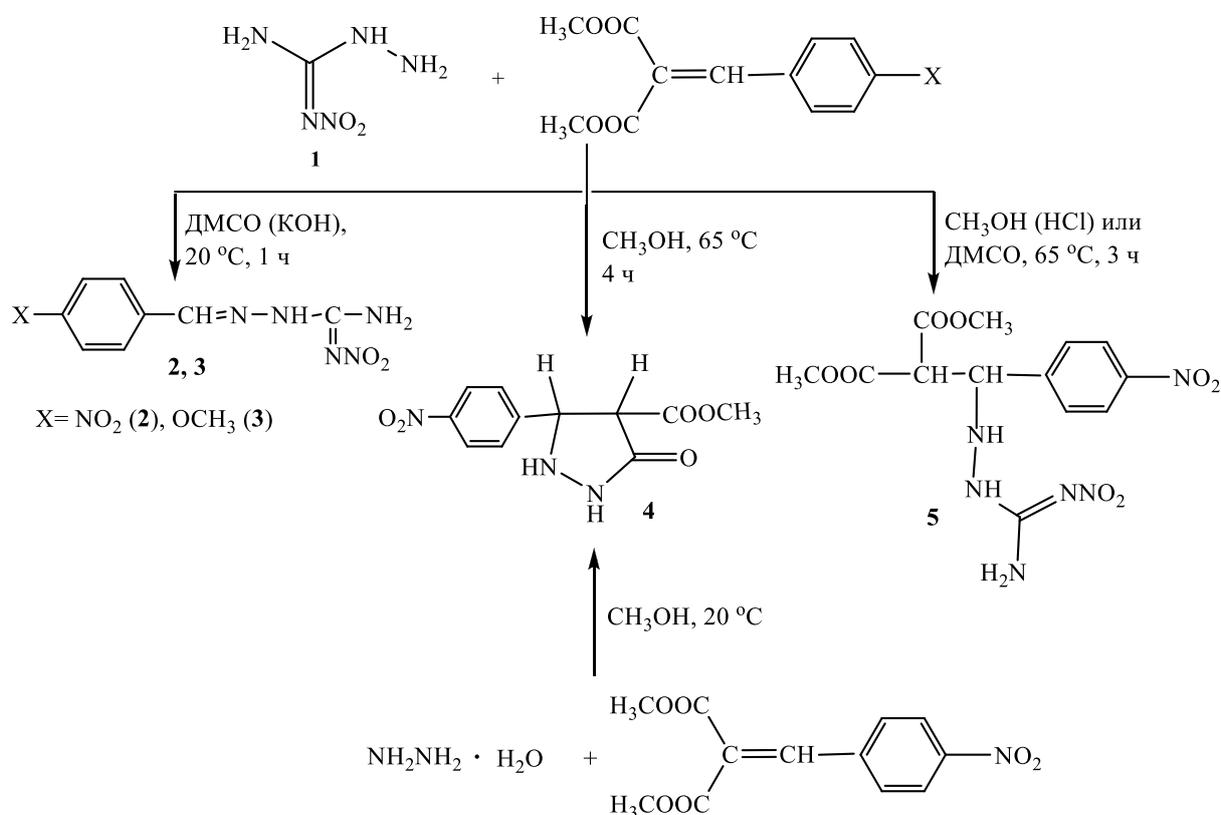
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ 1-АМИНО-2-НИТРОГУАНИДИНА С ДИМЕТИЛ БЕНЗИЛИДЕНМАЛОНАТАМИ

В.Д. Сергеев, Т.П. Ефимова, Т.А. Новикова

РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург

askorpion2@yandex.ru

Повышенный интерес к 1-амино-2-нитрогуанидину связан с возможностью синтеза на его основе практически значимых биологически активных и энергоёмких веществ. Ранее нами было показано, что 1-амино-2-нитрогуанидин вступает в реакции с *гем*-замещенными (бром-, этоксикарбонил- и бензоил)нитроэтенами [1, 2]. Реакции идут по пути Ad_N с образованием *N*-аддуктов, (в случае *гем*-этоксикарбонил- и *гем*-бензоилнитроэтенных образующихся *in situ*), которые при нагревании или при действии оснований претерпевают элиминирование и превращаются в азометины [1, 2]. Продолжая исследования, нами 1-амино-2-нитрогуанидин (**1**) вводился в реакции с замещенными диметил бензилиденмалонатами. Реакции проводились в различных условиях, а именно: в протонном (CH_3OH) и апротонном (ДМСО) растворителе; в присутствии катализаторов основного (KOH) и кислотного (HCl) характера, а также без их участия; при температуре от 20 °C до 65 °C; время реакции также варьировалось от 1 ч до 4 ч.



В результате проведенного исследования выявлено, что в присутствии катализаторов основного характера реакция между 1-амино-2-нитрогуанидином и представителями диметил бензилиденмалонатов

заканчивается образованием соответствующих азометинов (**2**, **3**), что согласуется с ранее полученными данными в реакциях 1-амино-2-нитрогуанидина с *гем*-этоксикарбонилнитроэтенами [1, 2]. Кипячение в метаноле с использованием кислотного катализатора или в ДМСО в течение 3 ч привело к выделению продукта Ad_N (**5**). Увеличение времени выдержки до 4 ч при кипячении в метаноле без использования катализаторов позволило выделить производное пиразолидин-5-она (**4**), аналогичный продукт был получен встречным синтезом в реакции гидразингидрата с соответствующим диметил бензилиденмалонатом. Строение полученных соединений (**2-5**) установлено с использованием данных ЯМР ¹H, ¹³C спектроскопии с привлечением двумерных корреляционных гетероядерных экспериментов (¹H-¹³C НМРС, ¹H-¹³C НМВС).

Список литературы

1. Ефимова Т.П., Озерова О.Ю., Белик И.В., Новикова Т.А., Берестовицкая В.М. // ЖОХ. 2012. Т. 82. Вып. 8. С. 1330.
2. Ефимова Т.П., Озерова О.Ю., Новикова Т.А., Байчурин Р.И., Берестовицкая В.М. // ЖОХ. 2012. Т. 84. Вып. 8. С. 1268.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ СОДЕРЖАНИЯ МОЛЕКУЛ СРЕДНЕЙ МАССЫ И ВИТАМИНА С В УСЛОВИЯХ СТАНДАРТНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

А.В. Сидоренко, Е.С. Мухина

Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова, г. Абакан

elenadocent@mail.ru

По результатам ранее проведенных нами исследований отмечалось, что стандартная физическая нагрузка вызывает активацию процессов свободно-радикального окисления (ПОЛ) и компонентов антиоксидантной системы организма (АОС) и, в частности, приводит к увеличению активности каталазы как первого звена защиты от активных форм кислорода [1]. Индукция процессов ПОЛ, может быть одним из факторов генерации молекул средней молекулярной массы (МСМ), содержание которых в биологических жидкостях организма является универсальным критерием эндогенной интоксикации (ЭИ). В состав МСМ, кроме веществ, обладающих эндотоксическими свойствами, входят также продукты, выступающие в роли клеточных регуляторов (в частности, действие МСМ на ПОЛ носит «регуляторный» характер и направлено на поддержание пероксидации структур клеток на определенном уровне) или модуляторов иммунных процессов [2].

Важнейшим компонентом системы ПОЛ-АОС является витамин С, выявление последнего в моче входит в диагностический комплекс характеристики состояния здоровья спортсменов, их физической работоспособности. Однако вопрос, касающийся увеличения расхода витаминов, обладающих антиоксидантными свойствами при «окислительном стрессе» обусловленном физическими нагрузками, изучен недостаточно полно.

Целью настоящего исследования явилось изучение влияния стандартной физической нагрузки на уровень эндогенной интоксикации и динамику содержания витамина С в моче у спортсменов и нетренированных студентов. В исследовании принимали участие студенты 2 курса (в возрасте 19-22 лет) ФГБОУ ВО «Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова», которые были заранее проинформированы об условиях эксперимента и дали согласие на участие в нем. Экспериментальную группу испытуемых составили студенты-спортсмены, контрольную группу - студенты, ведущие обычный образ жизни. Материалом исследования служила моча, собранная до и после стандартной физической нагрузки (60 приседаний в течение 1 мин.). О содержании МСМ судили на основании прямой спектрометрии депротеинизированного супернатанта, полученного после осаждения белков раствором ТХУ при длинах волн 188-310 нм (Н. Г. Габриэлян, В. И. Липатова и др.). В моче испытуемых обнаружено наибольшее повышение концентрации МСМ, детектируемых при λ_{280} нм - фонд среднемолекулярных пептидов, содержащие ароматические аминокислоты. Возможно, выявленное определенное концентрационное перераспределение МСМ, характерно только для данного вида физической нагрузки. Средние значения уровня

эндогенной интоксикации до выполнения физической нагрузки у спортсменов и студентов контрольной группы составили $5,68 \pm 0,75$ и $6,77 \pm 0,44$ усл.ед. соответственно. Более высокий уровень эндогенной интоксикации в контрольной группе, возможно, является следствием неправильного образа жизни (несоблюдение режима дня, вредные привычки), а также нервных перегрузок, обусловленных нерациональным построением учебного процесса. Показано, что одноразовая стандартная нагрузка приводит к возрастанию данного показателя в контрольной группе в среднем на 20-30%, в то время как для студентов-спортсменов его изменения были незначительны. Обнаруженная тенденция связана, по-видимому, с компенсаторными возможностями системы ПОЛ-АОС, активность которой, у занимающихся спортом студентов, выше в связи с выработкой адаптации.

Определение содержания витамина С проводилось универсальным индофенольным методом (по В.С. Асатиани). Содержание витамина С в моче студентов-спортсменов и контрольной группы составило $22 \pm 2,1$ мг/сут и $24 \pm 4,7$ мг/сут соответственно, а после выполнения стандартной физической нагрузки экскреция витамина С с мочой у студентов обеих групп увеличилась (в 1,2 и 1,5 раза соответственно). При этом 3% студентов-спортсменов по обеспеченности организма витамином С попадают в группу риска (<20 мг/сутки). Полученные данные согласуются с результатами многих исследований, свидетельствующих об увеличении потребности в витамине С при различных физических и эмоциональных нагрузках, что обусловлено его участием в окислительно-восстановительных процессах (это главный антиоксидант водной части клеток, коэнзим некоторых метаболических процессов) и энергетическом обмене. И, в частности, у спортсменов, наращивающих массу тела или участвующих в интенсивных физических нагрузках происходит ускоренный распад и выведение витамина С из организма, а потребность в нем возрастает. Таким образом, в состоянии покоя биохимические параметры студентов-спортсменов и нетренированных студентов находятся в пределах нормы. Однако характер и выраженность возникающих под влиянием физической нагрузки биохимических сдвигов существенно зависят от уровня тренированности и функционального состояния организма.

Полученные результаты используются в учебном процессе на лабораторных и практических занятиях по «Биохимии» в Институте естественных наук и математики ХГУ им.Н.Ф. Катанова.

Список литературы

1. Сидоренко А.В., Мухина Е.С. // Экология Южной Сибири и сопредельных территорий. 2016. Вып. 20. Т.II. С.114-115.
2. Карякина Е.В., Белова С.В. // Клиническая лабораторная диагностика. 2004. №3. С. 3-8.

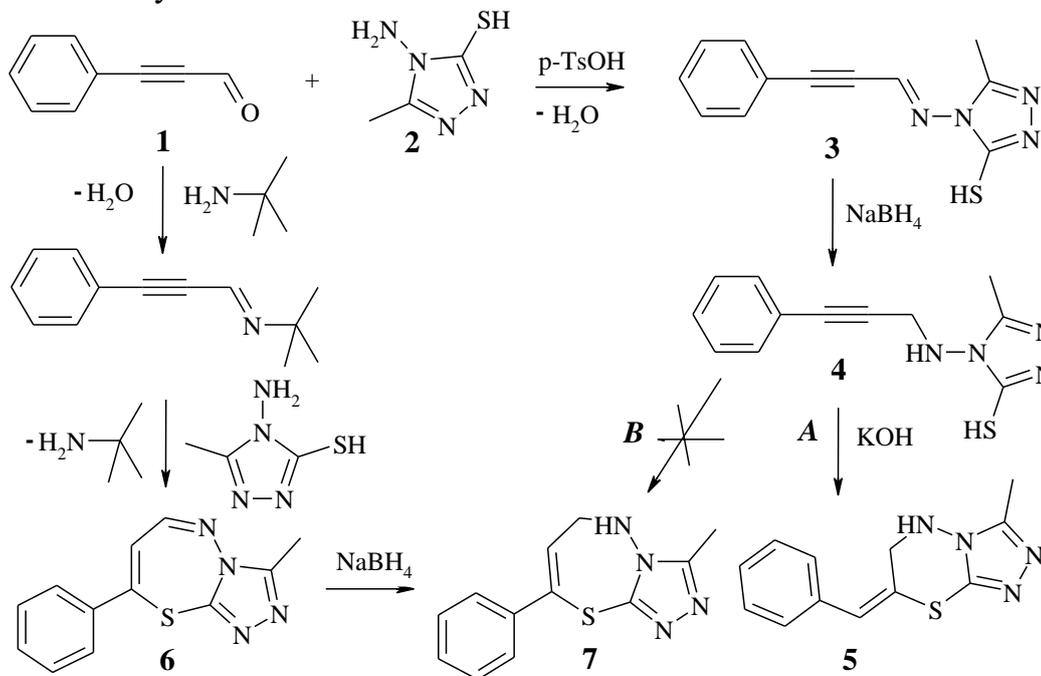
НОВЫЙ ПОДХОД К СИНТЕЗУ 1,2,4-ТРИАЗОЛО[3,4-В][1,3,4]ТИАДИАЗИНОВ

М.А. Скрыльникова, А.В. Храмчихин

СПбГТИ(ТУ), Санкт-Петербург

xramb2@mail.ru

Производные 1,2,4-триазоло[3,4-*b*][1,3,4]тиадиазина представляют интерес как с точки зрения их реакционной способности, так и биологической активности [1]. На примере внутримолекулярной циклизации 5-метил-4-((3-фенилпроп-2-ин-1-ил)-4*H*-1,2,4-триазол-3-тиола **4** нами впервые осуществлен синтез 7-бензиледен-3-метил-6,7-дигидро-5*H*-[1,2,4]-триазоло[3,4-*b*][1,3,4]-тиадиазина **5** (маршрут *A*) и показана принципиальная возможность получения 1,2,4-триазоло[3,4-*b*][1,3,4]-тиадиазинов на основе *N*-пропаргилазолтиолов. Циклизацию проводили в растворе ДМФА при температуре 100°C в течение 2 часов в присутствии каталитических количеств 40% водного раствора КОН. Выход целевого вещества **5** близок к количественному.



Для исключения образования в результате циклизации 7-членного гетероцикла **7** (маршрут *B*) данное вещество было синтезировано нами гидрированием конденсированного тиодиазепина **6**, полученного разработанным ранее в нашей лаборатории методом [2]. Гетероциклы **5** и **7** имеют различные спектральные характеристики, а также показали депрессию температуры плавления пробы смешения. Необходимо отметить, что вещества **3**, **4** и **7** также получены нами впервые.

Строение всех полученных соединений доказано ЯМР спектроскопией на ядрах ^1H , ^{13}C и данными масс-спектрометрии высокого разрешения (ESI).

Список литературы

1. Motamedi R., Heravi M.M., Vamoharram F.F., Haeri A. // J. Heterocyclic Chem. 2008. Vol. 45. N 4. P. 1211.
2. Карпов М.В., Храмчихин А.В., Стадничук М.Д. // ЖОХ. 2005. Т. 75. Вып. 3. С. 523.

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ БЕНЗОЙНОГО ЭФИРА 1-(2-ЭТОКСИЭТИЛ)-4-(2-ЦИКЛОПРОПИЛЭТИНИЛ)ПИПЕРИДОЛА И ЕГО КОМПЛЕКСОВ ВКЛЮЧЕНИЯ С α - И γ - ЦИКЛОДЕКСТРИНАМИ МЕТОДОМ ЯМР-СПЕКТРОСКОПИИ

Д.В. Убоженко¹, Л.А. Назаренко¹, О.Т. Сейлханов¹, Т.М. Сейлханов¹, К.Д. Пралиев²

¹КТУ им. Ш. Уалиханова, Кокшетау, Республика Казахстан

²ИХН им. А.Б. Бектурова, Алматы, Республика Казахстан

tseilkhanov@mail.ru

Создание многокомпонентных лекарственных средств путем инкапсулирования биологически активного субстрата в полость циклодекстринов представляет собой прогрессивное направление развития фармакологии [1]. Синтез бензойного эфира 1-(2-этоксиэтил)-4-(2-циклопропилэтинил)пиперидола и использование его в качестве активной субстанции обусловлены наличием фармакологических свойств, простотой синтеза и эффективностью при использовании [2].

В ходе ЯМР-спектроскопического исследования установлено, что супрамолекулярное связывание пиперидинового субстрата с циклодекстриновыми рецепторами осуществляется путем внутрисферного взаимодействия хозяин-гость. На образование инклюзионного комплекса указывает большая разница в значениях химических сдвигов протонов Н-3 и Н-5 α - и γ -ЦД, расположенных внутри олигосахаридного тора, полученных до и после комплексообразования.

Предполагается расположение этоксиэтильного заместителя молекулы-гостя во внутренней полости ЦД, что доказывают смещения сигналов Н-7, Н-8, Н-10 и Н-11 в область слабого поля по сравнению с некапсулированной формой. Незначительные сдвиги сигналов остальных протонов пиперидиновой молекулы свидетельствуют о взаимодействиях с внешней поверхностью ЦД и молекулами растворителя.

Сопоставление интегральных интенсивностей сигналов ¹Н ЯМР указало на 1:1 стехиометрический состав комплексов включения (рис. 1).

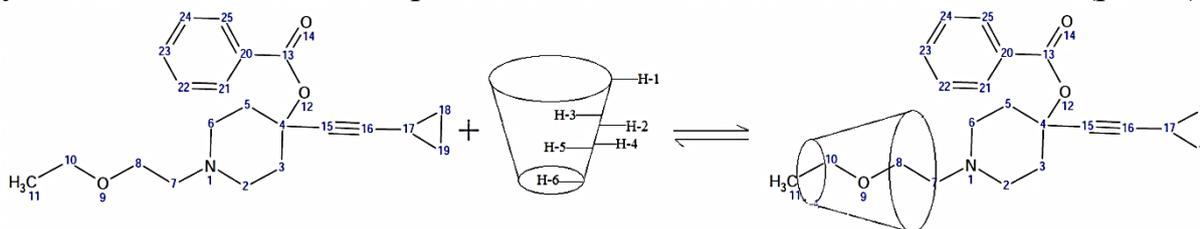


Рисунок 1 – Схема образования комплексов включения бензойного эфира 1-(2-этоксиэтил)-4-(2-циклопропилэтинил)пиперидола с α - и γ -ЦД

Список литературы

1. Uekamo K., Hirayama F., Arima H. // J. Incl. Phenom. Macrocycl.Chem. 2006. Vol. 56. N 1-2. P. 3-8.
2. Rasheed A., Kumar A.S.K., Sravanthi V.V. // Sci. Pharm. 2008. Vol. 76. N. 4. P. 567-598.

СИНТЕЗ И СТРОЕНИЕ ИНДОЛСОДЕРЖАЩИХ гем-АЦИЛ(ЦИАНО)НИТРОЭТЕНОВ

А.А. Федорущенко, Р.И. Байчурин, В.М. Берестовицкая

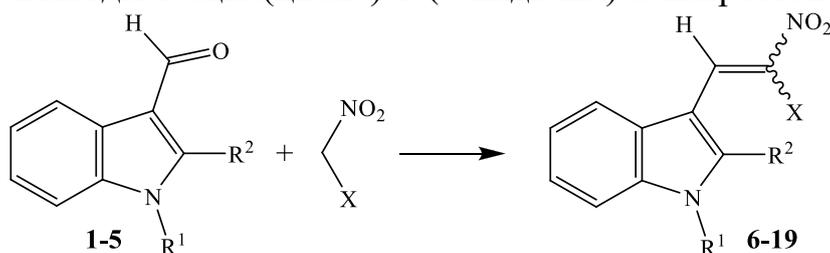
РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург

kohrgpu@yandex.ru

Химия сопряженных нитроэтенон и их геминально активированных аналогов является перспективным и интенсивно развивающимся направлением современной химии, что связано с возможностью использования этих соединений в качестве удобных синтонов для получения различных классов органических веществ, многие из которых обладают практически полезными свойствами.

Особое место в ряду биологически активных веществ, как известно, занимают соединения, содержащие фармакофорный индольный цикл, и поэтому исследования, направленные на получение новых модифицированных производных индола, являются весьма актуальными. Однако, сведения о гем-замещенных нитроэтенах индольного ряда в литературе весьма ограничены.

Проведенное нами исследование показало, что гем-ацил(циано)-нитроэтенон можно получить одностадийно непосредственно из соответствующих индольных альдегидов **1-5** путем их конденсации с нитросодержащими СН-кислотами – нитроацетоном, нитроацетофеноном и нитроацетонитрилом. Синтез веществ **6-19** протекает в абсолютном этаноле в присутствии тионилхлорида (соединения **6-8, 11-14**) или без добавления катализатора (соединения **15-19**). Индолилнитроэтенон **8-10** синтезированы путем кипячения взаимодействующих реагентов в бензоле в присутствии β-аланина и уксусной кислоты с одновременной отгонкой воды. Выходы 1-ацил(циано)-2-(3-индолил)-1-нитроэтенон достигают 97%.



R¹ = R² = H (**1**); R¹ = Me, R² = H (**2**), R¹ = Bn, R² = H (**3**); R¹ = R² = Me (**4**); R¹ = Ac, R² = H (**5**);
 X = C(O)Ph: R¹ = R² = H (**6**); R¹ = Me, R² = H (**7**), R¹ = Bn, R² = H (**8**); R¹ = R² = Me (**9**); R¹ = Ac, R² = H (**10**);
 X = C(O)Me: R¹ = R² = H (**11**); R¹ = Me, R² = H (**12**), R¹ = Bn, R² = H (**13**); R¹ = R² = Me (**14**);
 X = CN: R¹ = R² = H (**15**); R¹ = Me, R² = H (**16**), R¹ = Bn, R² = H (**17**); R¹ = R² = Me (**18**); R¹ = Ac, R² = H (**19**)

Ацилирование соединений **6, 15**, не имеющих заместителей у атома азота индольного цикла, привело к аналогично построенным N-ацетильным производным **10, 19**.

Комплексный анализ спектральных характеристик (методы ЯМР ¹H, ¹³C, УФ и ИК спектроскопии) полученных соединений **6-19** в сравнении с модельными E-нитроэтенами показал, что гем-бензоил- и гем-цианонитроэтенон **6-10, 15-19** имеют исключительно E-конфигурацию, а их ацетильные аналоги **11-14** – преимущественно Z-форму.

РЕАКЦИИ 1,1-ДИЦИАНОМЕТИЛЕН-3,5-ДИ-*трет.*- БУТИЛБЕНЗОХИНОНА-1,4 С МЕТИЛЕНАКТИВНЫМИ СОЕДИНЕНИЯМИ

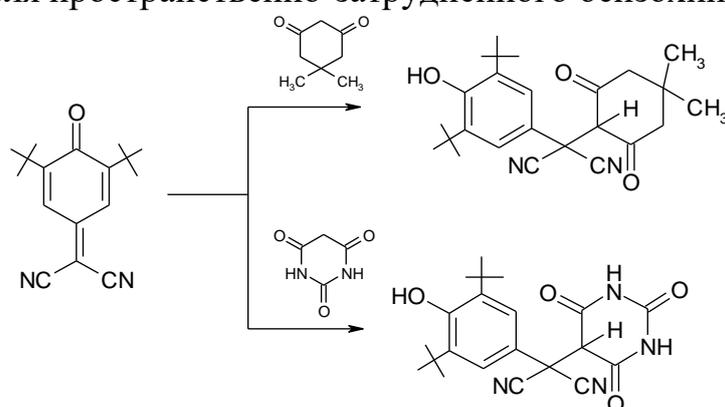
*Т.М. Чигорина*¹, *Д.И. Егоров*¹, *Е.А. Чигорина*²

¹ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет им.
К.Л.Хетагурова», Владикавказ,

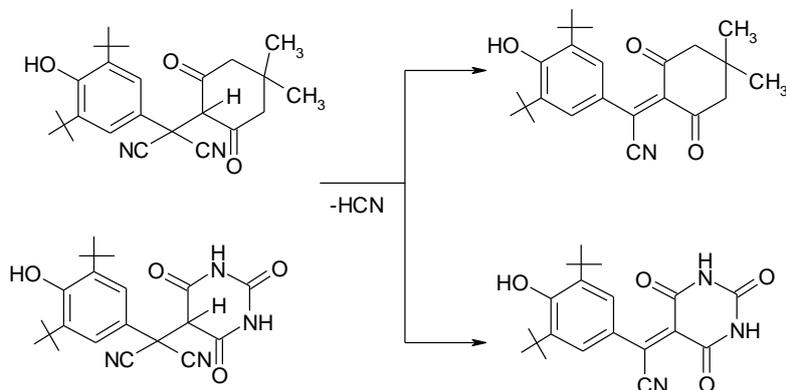
²ФГУП «Государственный ордена Трудового Красного Знамени научно-
исследовательский институт химических реактивов и особо чистых химических
веществ «ИРЕА»» (ФГУП «ИРЕА»), Москва

tchigorina@mail.ru

Изучена реакция 1,1-дицианометилена-3,5-ди-трет-бутилбензохинона-1,4 с метиленактивными соединениями на примере димедона и барбитуровой кислоты. Показано, что реакция протекает по механизму присоединения активного водорода метиленовой группы по двойной связи *пара*-заместителя пространственно-затрудненного бензохинона.



Изучение ИК- и ЯМР ¹Н спектров показало наличие в полученных соединениях кратной связи в метиленактивной компоненте, что предполагает самопроизвольное элиминирование элементов HCN с образованием соответствующего функционально-замещенного пространственно-затрудненного фенола.



Строение полученных соединений доказано методами ИК и ЯМР спектроскопии, их состав подтвержден элементным анализом.

ХАРАКТЕРИСТИКА АНТИОКСИДАНТНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА РАЗНЫХ СОРТОВ МЕДА

О.В. Балачевская, В.И. Аполлонов, Н.Р. Щербатенко, О.В. Швеи, И.А. Севостьянов

ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России, г. Краснодар

naftalin444@mail.ru

Важную роль в профилактической медицине играет нутриционная коррекция окислительных нарушений – поступление антиоксидантов в организм с пищей. К таким пищевым факторам относятся разнообразные напитки, чай, растительные экстракты и др. Также следует учитывать энергетическую ценность продуктов питания, которая, нередко, может перекрывать антиоксидантные свойства. Уникальным продуктом естественного происхождения, который широко используется в питании, медицине, фармакологии и других отраслях является мед. Целью настоящей работы являлась сравнительная характеристика антиоксидантного и энергетического потенциала различных сортов меда.

Объектом исследования послужил мед сортов: цветочный, майский, подсолнечный, разнотравье и гречишный, представленные в широком доступе для потребителей в розничной торговле г. Краснодара. Антиоксидантно-энергетический потенциал (AE_i) исследуемых нутриентов определяли по методу Басова А.А. и соавт. [1]:

$$AE_i = [K_i \times (AOA) / MBXL] / E_i,$$

Где АОА – антиоксидантная емкость продукта, определяемая амперометрическим методом с использованием анализатора «ЦветЯуза-ААА-01» (ОАО НПО Химавтоматика, Россия), выраженная в пересчете на стандарт – раствор аскорбиновой кислоты. МВХЛ – максимум вспышки хемилюминесценции, отражающий активность свободнорадикальных процессов в тест-системе, определяемый с помощью люминотестера LT-01 ("Horus", Joint Venture Soviet-Swedish Company) на основе методики люминол-зависимой H_2O_2 -индуцированной хемилюминесценции. E_i – энергетическая ценность продукта, определяемая в соответствии с методическими указаниями по гигиеническому контролю за питанием от 29.12.1986 № 4237-86.

В результате проведенных исследований было установлено, что наиболее высокой антиоксидантной емкостью и способностью подавлять свободнорадикальные процессы характеризовался мед гречишный. Так АОА меда гречишного составила 0,65 мг/л вит. С, что сопоставимо с показателями молока, молочных продуктов и фруктовых соков, хорошо

известными своими полезными свойствами [2]. АОА меда других сортов значительно уступала гречишному, так у меда сортов майский и подсолнечный была ниже в 4,6 раза, меда цветочного – ниже в 3,7 раза, а разнотравье – в 2,8 раза. МВХЛ меда практически всех сортов был примерно одинаков, только у гречишного в 2,0-2,2 раза ниже. Антиоксидантно-энергетический потенциал гречишного меда составил $1,90 \times 10^{-2}$ мг/(л·кДж), разнотравье – $3,52 \times 10^{-3}$ мг/(л·кДж), цветочного – $2,5 \times 10^{-3}$ мг/(л·кДж), подсолнечного – $2,2 \times 10^{-3}$ мг/(л·кДж) и майского – $2,1 \times 10^{-3}$ мг/(л·кДж), что на несколько порядков ниже аналогичных показателей фруктов, овощей, соков и других продуктов, которые обычно рекомендуют для восстановления антиоксидантного потенциала. Конечно, следует выделить характеристики гречишного меда, АЕ_i которого на порядок выше значений других изученных сортов. Однако очевидно, что для коррекции нарушений окислительного метаболизма ни один из сортов меда не подходит, ввиду высокой его калорийности, что ограничивает потребление необходимых для этих целей количеств продукта.

Список литературы

1. Басов А.А., Павлюченко И.И., Быков И.М., Губарева Е.А., Федосов С.Р. Пат. 2452947 РФ, МПК G01N33/02. Способ оценки антиоксидантно-энергетического потенциала пищевых веществ. № 2011100354/15; заявл. 11.01.2011; опубл. 10.06.2012. Бюл. № 16.
2. Быков И.М., Попов К.А., Мелконян К.И., Сторожук П.Г. // Астраханский медицинский журнал. 2015. Т. 10. № 3. С. 45.

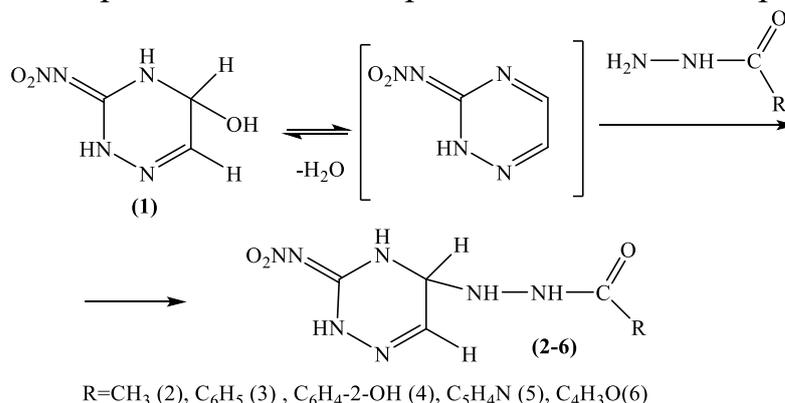
5-ГИДРОКСИ-3-НИТРОИМИНО-4,5-ДИГИДРО-(2H)-1,2,4-ТРИАЗИН В РЕАКЦИЯХ С ГИДРАЗИДАМИ КАРБОНОВЫХ КИСЛОТ

А.Н Яцкунайте, Т.П. Ефимова, Т.А. Новикова

РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург

yackunaite@mail.ru

Производные 1,2,4-триазина могут служить хорошим источником биологически активных веществ – гербицидов, акарицидов и инсектицидов, а также лекарственных препаратов. В связи с этим, синтез и исследования химического поведения производных ряда 1,2,4-триазина является актуальным и перспективным направлением современной органической химии. Ранее на кафедре органической химии РГПУ им. А.И. Герцена 5-гидрокси-3-нитроимино-4,5-дигидро-(2H)-1,2,4-триазин (**1**) был получен взаимодействием 1-амино-2-нитрогуанидина с глиоксалем с выходом 64 % и охарактеризован современными физико-химическими методами [1]. Изменение порядка прибавления реагентов и повышение температуры реакции до 60 °С позволило нам повысить выход триазинола (**1**) до 84 %. В ходе изучения химического поведения 5-гидрокси-3-нитроимино-4,5-дигидро-(2H)-1,2,4-триазин (**1**) вводился в реакции с такими N-нуклеофилами как гидразиды алифатических, ароматических и гетероциклических карбоновых кислот при 80-85°С в водной среде.



В результате реакций с выходами до 90 % были выделены соответствующие N-триазилилгидразиды карбоновых кислот (**2-6**). Строение полученных соединений установлено с использованием современных физико-химических методов исследования – ИК, ЯМР ¹H, ¹³C спектроскопий с привлечением двумерных корреляционных гетероядерных экспериментов (¹H-¹³C НМРС, ¹H-¹³C НМВС).

Список литературы:

1. Озерова О.Ю., Ефимова Т.П., Новикова Т.А., Берестовицкая В.М. // ЖОХ. 2015. Т. 85. Вып. 11. С. 1842.

СЕКЦИЯ 2

НЕОРГАНИЧЕСКАЯ, ФИЗИЧЕСКАЯ И НАНОХИМИЯ

ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПЛЕКСЫ КОБАЛЬТА С ОСНОВАНИЯМИ ШИФФА КАК КАТАЛИЗАТОРЫ ЭЛЕКТРОВОССТАНОВЛЕНИЯ КИСЛОРОДА

А.О. Басистая

РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург

basistay.anna@gmail.com

Литий – воздушные батареи являются перспективными источниками тока, потому что их удельная энергия на порядок выше удельной энергии литий-ионных батарей используемых в настоящее время. Ключевым вопросом в развитии литий-воздушных батарей является разработка новых эффективных катализаторов реакции электровосстановления кислорода, что позволит улучшить характеристики батарей.

Целью данной работы являлся синтез полимерных комплексов кобальта с основаниями Шиффа и изучение окислительно-восстановительных процессов в этих полимерах. Кроме того, в задачи работы входила разработка методики получения полимер-модифицированных электродов на основе указанных комплексов и демонстрация эффективности их использования в условиях работы Li-воздушной батареи.

С помощью метода циклической вольтамперометрии были синтезированы и исследованы полимерные комплексы на основе следующих исходных соединений: $[\text{Co}(\text{SalEn})]$ - N,N'-2,3-этилен-бис(салицилидениминато)кобальт (II), $[\text{Co}(\text{CH}_3\text{O-SalEn})]$ - N,N'-2,3-этилен-бис(3-метоксисалицилидениминато)кобальт (II), $[\text{Co}(\text{SalPhen})]$ - N,N'-фенилен-бис(салицилидениминато)кобальт (II).

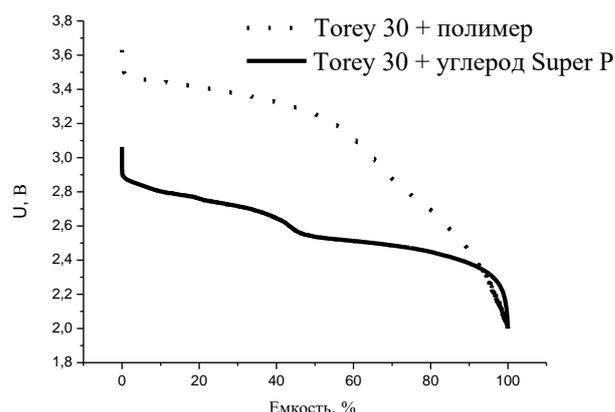


Рис. Гальваностатические (0,5 мА) разрядные кривые ячеек Li/O₂ с использованием положительных электродов:

(1) углеродный электрод Torey 30, покрытый 1 мг поли-[Co(CH₃OSalEn)];

(2) углеродный электрод Torey 30, покрытый 1 мг углеродного порошка Super P.

На рис. показано влияние катализатора на разрядные характеристики модельной ячейки Li/O₂. Установлено, что энергия, запасаемая батареей с использованием полимерного комплекса кобальта в качестве катализатора кислородной реакции, в 2.5 раза больше, чем энергия батареи с обычным углеродным электродом.

НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ХИМИИ ИНЕРТНЫХ ГАЗОВ

Ю.А. Брандт, В.В. Горбунова

РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург

31ju31@mail.ru

Изучение химических свойств инертных газов и их соединений является примером, который наглядно демонстрирует тезис о том, что химия является экспериментальной и постоянно изменяющейся наукой. Несмотря на то, что инертные газы были открыты более полувека назад, в последнее десятилетие наблюдается повышенный интерес к синтезу и изучению новых соединений благородных газов и областей их применения.

Актуальность темы определяется тем, что на ее примере показано открытие нового 118 - того химического элемента *уноноктия (Uuo)*, а также постоянно расширяется круг соединений благородных газов неорганической и органической природы. Обзор публикаций, посвященных синтезу и областям применения, свидетельствует о том, что благородные газы играют важную роль в науке и технике. Общеизвестно их использование в газонаполненных источниках света, лазерной и криогенной технике, сварке и т. д. Свойства благородных газов вызывают большой интерес также в связи с проблемой улавливания радиоактивных ксенона и криптона - основных газообразных осколочных продуктов деления урана в атомных реакторах. Исследования канадского химика Н. Бартлетта положили начало новому разделу современной неорганической химии и расширили возможность синтеза веществ с необычно высокой степенью окисления. Большая устойчивость полученных соединений открыла перспективы улавливания радиоактивных изотопов ксенона и криптона. В настоящее время изучено более двухсот соединений, треть из которых впервые синтезирована в России.

Методы синтеза соединений инертных газов постоянно модернизируются и совершенствуются. Так, известен способ введения атома ксенона в состав молекул различных веществ. Например, при воздействии ультрафиолетового излучения в определенном диапазоне частот на замороженную матрицу пентакарбонила железа из состава молекулы одна из СО-групп замещается на атом ксенона. Эта реакция прекрасный образец тонкого химического синтеза, использующего смену частот светового излучения для направленного воздействия на характер химической реакции.

Большой интерес для исследователей представляет изучение физико-химические свойства полученных соединений. Известно, что простые бинарные соединения благородных газов при обычных условиях, как правило, представляют собой мелкокристаллические бесцветные или слабоокрашенные вещества, при этом являются диамагнетиками и диэлектриками и обладают высокой для солей плотностью. Фториды ксенона и их комплексные соединения термодинамически устойчивы, не

детонируют и сами по себе не взрывоопасны, Оксиды, перхлорат и трифторацетат ксенона, напротив, термодинамически не устойчивы и взрывоопасны, однако их легко флегматизировать.

Исследование свойств этих соединений позволяет сделать несколько выводов:

- способность тяжелых благородных газов к разнообразным химическим превращениям не противоречит современным представлениям о природе химической связи;

- полученные сведения о химических свойствах соединений ксенона и криптона определяют, что именно VIII группа периодической системы - законное место благородных газов. В своих химических проявлениях, например, Хе и Кг, с одной стороны, очень похожи на галогены, а с другой, имеют общие черты с переходными металлами;

- открылись перспективы синтеза новых неорганических соединений с уникальными свойствам, а, следовательно, и новыми областями применения.

ФОТОХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ НАНОРАЗМЕРНЫХ ЧАСТИЦ ДИОКСИДА ЦЕРИЯ В СПИРТАХ

А.А. Бутужева, В.М. Стожаров, Е.И. Исаева

РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург

ailin-r@yandex.ru

Нанодисперсный диоксид церия – перспективный материал с множеством вариаций применения в различных областях науки и техники, в медицине и фотокатализе, поэтому возникает потребность в новых разработках быстрых и качественных методов его синтеза.

Для синтеза нанодисперсного диоксида церия чаще всего используют гидротермальный синтез [1-2]. Также в литературе описаны электрохимический [3] и золь-гель методы, химическое окисление соединений церия (III) [4]. Все перечисленные методы требуют использования дополнительных стабилизаторов при синтезе наночастиц или дорогостоящего оборудования. Нами предлагается использование фотохимического метода, отличительными особенностями которого являются простота аппаратного оборудования, чистота эксперимента, экологичность и возможность регулирования размеров частиц в ходе синтеза.

Цель работы – разработка методики фотохимического получения наночастиц диоксида церия в спиртах (метанол, этанол, изопропанол и бутанол), установление закономерностей их образования, исследование оптических свойств и состава полученных частиц методами УФ/видимой спектроскопии и рентгено-дифракционного анализа.

Для получения наночастиц диоксида церия спиртовые и водно-спиртовые растворы $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3$ в диапазоне концентраций от 0,0001 до 0,1М облучали монохроматическим УФ светом с длиной волны возбуждения 254 нм ртутной лампы Philips TUV 4W/G4 05, регистрируя на каждом этапе облучения спектры поглощения. Для изучения состава полученных частиц, облучённые растворы центрифугировали, промывали спиртом от избытка нитрата церия (III), выдерживали в сушильном шкафу при 60°C в течение часа, после чего прокаливали в муфельной печи при температуре 400-800°C в течение 60 минут.

Облучение 0.0005 М спиртовых растворов нитрата церия (III) в течение 3 минут приводит к появлению плеча при ~305 нм, что свидетельствует о формировании гидратированной формы диоксида церия. По мере облучения растворов происходит увеличение значений оптической плотности (1,0-1,7 отн.ед.Д в зависимости от природы спирта) и батохромный сдвиг края полосы поглощения, что говорит об увеличении концентрации наночастиц диоксида церия в растворе и незначительном их укрупнении. Облучение 0,01-0,1М растворов $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3$ в спиртах приводит к формированию гелеобразного осадка гидратированного диоксида церия светло-жёлтого цвета, с высокими значениями D при 305-320 нм.

Данные расчётов энергии запрещённой зоны, приведённые в табл.,

свидетельствуют о том, что независимо от природы спирта, по мере облучения происходит её уменьшение, связанное с незначительным увеличением размера наночастиц CeO_2 . При этом частицы, полученные в бутаноле, характеризуются наименьшими значениями E_g (3,17-3,04 эВ) и, следовательно, наибольшими размерами, а в этаноле, напротив, в связи с повышенными значениями E_g (3,65-3,50 эВ) размер образующихся частиц меньше.

Таблица Значения ширины запрещённой зоны (эВ) наночастиц диоксида церия, полученных при облучении 0,0005 М растворов нитрата церия (III) в различных одноатомных спиртах.

τ , мин/ E_g , эВ	метанол	этанол	изопропанол	бутанол
20	3,24	3,65	3,24	3,17
30	3,23	3,62	3,23	3,06
45	3,23	3,59	3,21	3,05
60	3,23	3,56	3,2	3,05
90	3,22	3,50	-	3,04

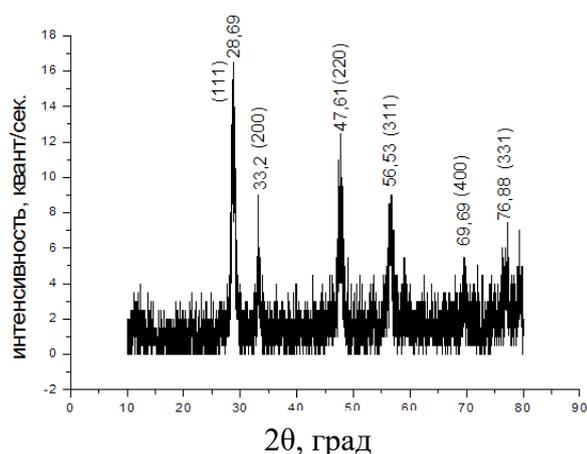


Рисунок Рентгенограмма порошка CeO_2 , полученного фотолизом 0,1М раствора $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3$ в изопропиловом спирте.

Для подтверждения состава наночастиц диоксида церия использовался метод рентгенодифракционного анализа. На рисунке представлена рентгенограмма наночастиц CeO_2 с дифракционными пиками при 28.69, 33.2, 47.61, 56.53, 69.69 и 76.88, соответствующими (111), (200), (220), (311), (400) и (331) граням с гранецентрированной кубической кристаллической структурой. Исходя из литературных данных [5], эти значения подтверждают кристаллическую структуру «церианита». Средний размер кристаллитов CeO_2 , рассчитанный по наиболее интенсивному пику (при 2θ равном $28,69^\circ$), составляет 14 нм.

Список литературы

1. Zhong Lin Wang and Xiangdong Feng, J. Phys. Chem. B, 2003, Vol. 107, p. 13563-13566.
2. Иванов В.К., Полежаева О.С., Третьяков Ю.Д. // Рос. Хим. Журн. 2009. Т. 53. № 2. стр. 56-67.
3. Yanchun Zhou, Richard J. Philips, and Jay Switzer Electrochemical Synthesis and Sintering of Nanocrystalline Cerium (IV) Oxide Powders. // J. Am. Ceram. Soc., 1995, v.78, №4, p.981-85.
4. A. S. Karakoti, Satyanarayana V. N. T. Kuchibhatla, K. Suresh Babu, and S. Seal, J. Phys. Chem. C № 46, 2007, Vol. 111, p. 17232-17240.
5. Natl Bur Stand (U.S.) Monogr. 25, 20, 38 (1983), JCPDS file 34-0394.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ПРОИЗВОДНОГО ФУЛЛЕРЕНА C₆₀ С L-ТРЕОНИНОМ

Е.Л. Бушманова, К.Н. Семенов, В.В. Шаройко

СПбГУ, Санкт-Петербург

bushmanova.elen@yandex.ru

Фуллерен C₆₀ может рассматриваться как основа для дизайна биологически активных веществ благодаря уникальному строению и размеру молекулы, липофильности, химическим и фотофизическим свойствам. Однако его неспособность к растворению в воде и водных растворах значительно усложняет его возможные способы применения. Поэтому для увеличения гидрофильности C₆₀ требуется его химическая функционализация, например, аминокислотами. Такие водорастворимые производные фуллерена могут обладать комплексом новых физико-химических свойств и уникальной биологической активностью [1-3].

Идентификацию C₆₀-L-треонина проводили с помощью методов ИК и УФ-спектроскопии, элементного анализа, комплексного термического анализа, изотермического насыщения, и динамического светорассеяния. Методом МТТ-анализа оценивалось цитотоксическое действие и эффект на пролиферацию исследуемых растворов C₆₀-L-треонина на эпителиальные клетки почки эмбриона человека *HEK293*, а также на клетки глиобластомы человека *A172*.

Получена концентрационная зависимость плотности водных растворов, определены значения удельной и молярной проводимостей, константы диссоциации и кажущейся степени диссоциации, определен средний размер ассоциатов в водном растворе C₆₀-L-треонина. Также при 298.15 К были рассчитаны средние молярный и парциальный объёмы компонентов раствора, исследована температурная зависимость растворимости двойной системы C₆₀-L-треонин – вода. МТТ-анализ показал отсутствие цитотоксического действия C₆₀-L-треонина в концентрационном диапазоне 0.1-100.0 мкМ на клетки *HEK293*. Более того, изучаемое соединение оказывало стимулирующее действие на пролиферацию клеток этой линии. В диапазоне концентраций 0.1-10.0 мкМ C₆₀-L-треонин вызывал гибель клеток опухолевой линии *A172*.

Водные растворы рассматриваемого соединения могут оказаться весьма перспективными в области медицины. Биологическая активность C₆₀-L-треонин и молекулярные механизмы действия требуют дальнейших детальных исследований.

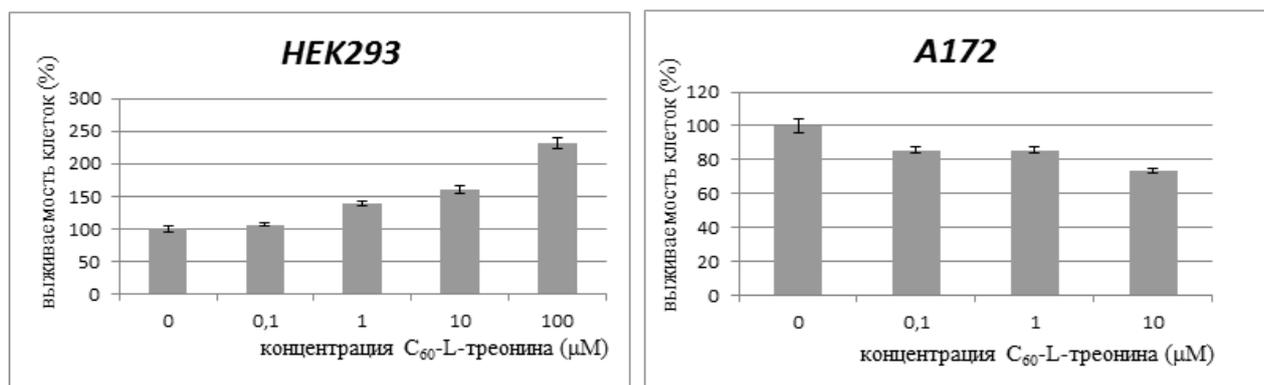


Рисунок 1. – Результаты МТТ-анализа на клетках линий *HEK293* и *A172*

Список литературы

1. Jiang G., Yin F., Duan J., Li G. Synthesis and properties of novel water-soluble fullerene–glycine derivatives as new materials for cancer therapy // J. Mater. Sci: Mater. Med. 2015. V. 26. P. 1-7.
2. Hu Z., Guan W., Wang W., Huang L., Tang X., Xu H., Zhu Z., Xie X., Xing H. Synthesis of amphiphilic amino acid C₆₀ derivatives and their protective effect on hydrogen peroxide-induced apoptosis in rat pheochromocytoma cells // Carbon. 2008. V. 46. P. 99–109.
3. Andreev I., Romanova, V. S., Petrukhina, A. et al. Amino-acid derivatives of fullerene C₆₀ behave as lipophilic ions penetrating through biomembranes // Physics of the Solid State. 2002. T. 44. №. 4. С. 683-685.

СИНТЕЗ, СТРУКТУРА И ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАНОЧАСТИЦ ДИОКСИДА ЦЕРИЯ И НАНОКОМПОЗИТОВ $\text{TiO}_2@ \text{CeO}_2$

А.А. Волков, Е.Д. Тарасова, В.М. Стожаров, Е.И. Исаева

РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург

katiavolkova@yandex.ru

Наноконпозиты на основе диоксида церия являются перспективными материалами, находящими применение в различных отраслях науки и техники. Наноразмерные частицы диоксида титана широко используется в фотокатализе, на его основе создаются новые материалы практического назначения. Один из вариантов модификации фотокатализаторов на основе TiO_2 – синтез двойных оксидных мезоструктурированных систем, путём допирования частицами CeO_2 с образованием нетоксичных композитов, обладающих более эффективными фотокаталитическими свойствами по сравнению с одиночными системами и доступных по стоимости для широкого применения в качестве фотокатализаторов в системах очистки водных сред от органических загрязнений.

Целью данной работы является разработка методики синтеза наноразмерных частиц диоксида церия и наноконпозитов $\text{TiO}_2@ \text{CeO}_2$, исследование их фотокаталитической активности на примере фотохимического разложения метилового оранжевого (МО) при различных условиях.

Наночастицы диоксида церия были получены из $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (ч.д.а) по двум методикам:

- 1) осаждением аммиаком: к раствору $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3$ добавляли равный объём раствора аммиака взятого в 5-ти кратном мольном избытке. Полученные суспензии отделяли от раствора центрифугированием, затем промывали водой и спиртом, повторяя процедуру центрифугирования; сушили при 80°C в сушильном шкафу, прокаливали при 600°C в течение 2-х часов.
- 2) темплатным синтезом с использованием белой сульфатной хвойной целлюлозы (Илим, Санкт-Петербург). Для этого образцы целлюлозы помещали в спиртовой раствор $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3$, перемешивали 30 мин, после чего сушили в предварительно нагретом до 80°C сушильном шкафу. Модифицированную нитратом церия (III) целлюлозу отжигали в муфельной печи на воздухе в течение 120 мин. Температуру отжига варьировали от 500 до 800°C .

Для формирования наноконпозитов $\text{TiO}_2@ \text{CeO}_2$ в раствор $\text{Ti}(\text{OC}_4\text{H}_9)_4$ в пропан-2-оле вводили $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3$ в диапазоне концентраций 0,001 – 0,01 моль/л, перемешивали 30 мин, после чего сушили в предварительно нагретом до 80°C сушильном шкафу. Модифицированную целлюлозу отжигали в муфельной печи на воздухе в течение 60 мин. Температуру отжига варьировали от 500 до 800°C .

По результатам рентгено-дифракционного анализа все образцы, содержащие наночастицы диоксида церия, имеют гранецентрированную кубическую кристаллическую структуру «церианита». Средние размеры кристаллитов CeO_2 , рассчитанные по наиболее интенсивному пику (при 2θ равном $28,69^\circ$), представлены в таблице.

Таблица. Средние размеры кристаллитов CeO_2 в зависимости от условий синтеза.

Условия синтеза C($\text{Ce}(\text{NO}_3)_3$), моль/л	Осаждение аммиаком	Темплатный синтез на целлюлозе, $t = 600^\circ\text{C}$	Темплатный синтез на целлюлозе, $t = 800^\circ\text{C}$
0,2	22,7 нм	17,9 нм	30,2 нм
0,1	19,0 нм	16,2 нм	29,5 нм
0,05	12,1 нм	13,4 нм	21,9 нм

В ходе работы показано, что фотокаталитическая активность наночастиц диоксида церия в реакции разложения метилового оранжевого (МО) зависит от целого ряда факторов:

- 1) от pH раствора МО и природы буферного раствора: наибольшую фотокаталитическую активность проявляют наночастицы CeO_2 в ацетатном буферном растворе с $\text{pH}=3,5$;
- 2) от размера частиц CeO_2 : при увеличении размеров частиц (от 12 до 31 нм), независимо от способа получения происходит увеличение фотокаталитической активности;
- 3) от способа получения наночастиц CeO_2 : образцы, полученные осаждением аммиаком, обладают большей фотокаталитической активностью

Кроме того, показано, что присутствие наночастиц CeO_2 в растворе МО с $\text{pH}=3,5$ в виннокислом кислом буфере замедляет процессы фотодеструкции красителя.

Результаты рентгено-дифракционного анализа образцов, содержащих наночастицы $\text{TiO}_2@ \text{CeO}_2$, свидетельствуют о том, что в зависимости от температуры отжига композиты имеют структуру анатаза и «церианита» (при $t = 500^\circ\text{C}$); анатаза, рутила и «церианита» (при $t = 650^\circ\text{C}$); рутила и «церианита» (при $t = 800^\circ\text{C}$). Все образцы, содержащие частицы $\text{TiO}_2@ \text{CeO}_2$, обладают фотокаталитической активностью в реакции разложения метилового оранжевого. Однако наибольшую фотокаталитическую активность проявляют образцы $\text{TiO}_2@ \text{CeO}_2$, полученные при температуре отжига 650°C и содержащие наименьшую концентрацию $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3$ в исходном растворе.

ПРЕВРАЩЕНИЕ ПРИРОДНОГО ГАЗА НА Мо-МОДИФИЦИРОВАННЫХ ВК-ЦЕОЛИТАХ ТИПА ПЕНТАСИЛА, МОДИФИЦИРОВАННЫХ НАНОПОРОШКАМИ Cr И Zr

Е.А. Ганбарова, С.Э. Мамедов, Н.Ф. Ахмедова, С.Б. Исмаилова, Т.А. Алиев

Бакинский Государственный Университет, Азербайджан, Баку

n_akhmed@mail.ru

В настоящей работе приведены результаты исследования влияния добавок наноразмерных порошков (НРП) Zr и Cr на кислотные и каталитические свойства Мо-содержащих цеолитов типа пентасила в процессе ароматизации природного газа.

Наноразмерные порошки Cr и Zr получали распылением металлической проволоки электроимпульсами большой мощности. Мо-Н-пентасил получали пропиткой Н-пентасила ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3=61$) раствором парамолибдата аммония $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$. Концентрация Мо в катализаторах составляла 6,0 мас.%. Катализаторы готовили путём механического смешивания в вибрационной мельнице на воздухе нанопорошками металлов (Cr и Zr) и Мо-Н-пентасила с последующим прокаливанием приготовленных смесей при температуре 550°C в течение 3ч. Концентрация Cr и Zr в катализаторах варьировалась от 0,5 до 3,0 мас.%.

В качестве исходного сырья использовали природный газ состава (мас.%): метан – 84,1; этан – 4,5; пропан – 6,7; бутаны – 4,2; пентаны – 0,5.

Конверсию природного газа проводили на установке проточного типа с кварцевым реактором с загрузкой 5см^3 катализатора в интервале температур $600\text{--}750^\circ\text{C}$ и объёмной скорости подачи сырья 1000 ч^{-1} .

Добавка к катализатору Мо-Н-пентасил 1% Cr или 1% Zr приводит к повышению конверсии природного газа и выхода АРУ.

Конверсия природного газа в интервале температур $700\text{--}750^\circ\text{C}$ составляет 39,4–41,4%, а выход бензола возрастает с 11,2% до 14,4%. Повышение содержания Cr или Zr в образцах до 2,0 мас.% приводит к снижению, как степени превращения природного газа, так и выхода АРУ. Однако совместное модифицирование Мо-Н-пентасила нанопорошками в количестве не более 1,5 мас.% оказывает еще более высокое промотирующее влияние на активность катализатора. При 750°C конверсия природного газа возрастает до 43,5%, а выход бензола до 16,1%.

Модифицирование 6,0% Мо-Н-пентасила нанопорошками Cr и Zr приводит к перераспределению кислотных центров по силе и концентрации. В результате модифицирования происходит изменение соотношения слабых и сильных кислотных центров цеолита, что сказывается на его каталитических свойствах в превращении природного газа.

Таким образом, показано, что добавки нанопорошков Cr и Zr к Мо-содержащему пентасилу приводит к повышению активности и селективности катализатора в образовании АРУ. Установлено, что максимальный выход АРУ из ароматического газа образуется на Мо-Н-содержащих пентасилах, модифицированных 1,0–1,5 мас.% нанопорошков Cr и Zr.

ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПЛЕКСЫ КОБАЛЬТА И НИКЕЛЯ С ОСНОВАНИЯМИ ШИФФА КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ГИБРИДНЫХ СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ

Ю.С. Данилова

РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург

yula1248@yandex.ru

Тонкие пленки полимерных комплексов поли-[M(Schiff)], нанесенные на гладкие электроды, способны к обратимому многоэлектронному окислению-восстановлению в области положительных потенциалов. Это позволяет получить повышенные значения их электрохимической емкости по сравнению с полимерами, где в редокс-процессах принимает участие только один электрон (в расчете на один фрагмент полимера).

Для оценки возможности практического применения полимеров поли-[M(Schiff)] в источниках тока необходимо было проверить, сохраняется ли мультиэлектронный характер окислительно-восстановительных превращений полимеров в более толстых пленках (1), а также при использовании в качестве подложек пористых углеродных материалов с развитой поверхностью (2).

(1) Для всех исследованных полимерных металлокомплексов поли-[M(Schiff)] было показано, что при увеличении толщины полимера происходит незначительное уменьшение числа электронов, участвующих в восстановлении одного фрагмента, но способность к многоэлектронному окислению-восстановлению в целом сохраняется. Так, при увеличении толщины пленки полимерного комплекса в 6 раз количество электронов, участвующих в редокс-процессах, уменьшается примерно на 10%, что может быть объяснено увеличением числа дефектов в структуре пленки и недоступностью части полимерных фрагментов для реакций окисления-восстановления.

(2) Модификация углеродного материала Toray Paper 030 (FuelCellsEt, США) полимерными комплексами поли-[Ni(CH₃O-SaltmEn)] и поли-[Co(CH₃O-SaltmEn)] (рис.) показала, что эффект мультиэлектронности редокс-процессов с участием модификатора в целом сохраняется при использовании пористого углеродного электрода.

Полученные значения удельной емкости для полимерных комплексов никеля и кобальта с замещенными основаниями Шиффа существенно превосходят теоретические значения, рассчитанные для подобных полимеров ранее, а также значения, полученные для органического проводящего полимера PEDOT, традиционно рассматриваемого в качестве перспективного материала для использования в современных гибридных суперконденсаторах.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 15-03-07480 а).

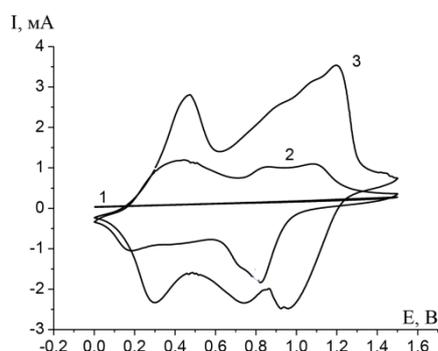


Рис. Вольтамперограммы материала Toray Paper 030 (1) и материала Toray Paper 030, модифицированного поли-[Ni(CH₃O-SaltmEn)] (2), поли-[Co(CH₃O-SaltmEn)] (3) в 0,1 М растворе Et₄NBF₄/АН при скорости сканирования потенциала 0,01 В/с.

ИССЛЕДОВАНИЕ КИСЛОТНО-ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ ЦЕФАЛОСПОРИНОВ

А.П. Дрынина

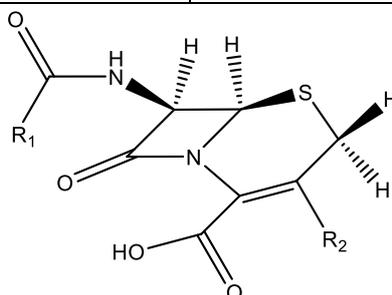
Тверской государственный университет, Тверь

alesja_d@ro.ru

Методом рН-метрического титрования определены константы кислотно-основных равновесий в растворах цефалоспориновых антибиотиков цефазолина, цефуроксима и цефоперазона.

Константы рассчитаны с использованием программы «Hyperquad» («Protonic Software») из кривых рН-метрического титрования 10^{-3} моль/л растворов натриевых солей антибиотиков 0.05 моль/л раствором HNO_3 на фоне 0.1 моль/л при 25 °С. В случае цефоперазона также было проведено титрование раствора его натриевой соли раствором NaOH для определения pK_a фенольной группы. Результаты приведены в таблице. Полученные значения констант дополняют и уточняют имеющиеся немногочисленные литературные данные.

Равновесие	$\lg\beta$
$\text{HCzl} \Leftrightarrow \text{H}^+ + \text{Czl}^-$	2.49 ± 0.01
$\text{HCfur} \Leftrightarrow \text{H}^+ + \text{Cfur}^-$	2.43 ± 0.01
$\text{H}_2\text{Cpz} \Leftrightarrow \text{H}^+ + \text{HCpz}^-$	2.50 ± 0.01
$\text{HCpz}^- \Leftrightarrow \text{H}^+ + \text{Cpz}^{2-}$	9.19 ± 0.02



	Цефазолин (HCzl)	Цефуроксим (HCfur)	Цефоперазон (H ₂ Cpz)
R ₁			
R ₂			

НЕФТЕСОРБЕНТЫ НА ОСНОВЕ ПЕНОПОЛИУРЕТАНОВ С МИНЕРАЛЬНЫМ НАПОЛНИТЕЛЕМ

Д.А. Ефимов, В.А. Черняев, В.Е. Коган

Горный университет, Санкт-Петербург

efimov_denis43@mail.ru

Низкая плотность органических нефтесорбентов, приводящая к сложности равномерного размещения диспергированного сорбента по загрязненной нефтью поверхности водоема и последующего извлечения сорбента из воды, является их общим недостатком [1]. Отмеченное однозначно указывает на важность увеличения плотности органических сорбентов, в частности на основе ППУ, без ухудшения их эффективности. Одним из путей достижения этого является использование при синтезе ППУ минеральных наполнителей, среди которых большой интерес вызывает фосфогипс, являющийся самым распространенным гипсосодержащим отходом во всем мире.

При синтезе композиционных сорбентов в качестве базисного нами был выбран ППУ, синтезированный при 70 °С из реакционной смеси, содержащей в мас. %: 48,54 % компонента А, 47,58 % компонента Б и 3,88 % H₂O. В реакционную смесь сверх 100 мас. % вводили фосфогипс в количествах: 9,71 %; 19,41 %; 38,83 мас. % и 77,66 мас. %

В отличие от базисного ППУ для ППУ с наполнителем, синтезированного при 70 °С, кинетические кривые поглощения нефти и дизельного топлива при всех содержаниях фосфогипса в реакционной смеси имеют общеизвестный для нефтесорбентов характер

Как показал рентгеноструктурный анализ для всех композиционных сорбентов на рентгенограммах наблюдаются дифракционные пики. Важно отметить, что при содержании фосфогипса в реакционной смеси (сверх 100 мас. %) 9,71 % и 19,41 % имеются и два дифракционных пика, относящихся к пенополиуретану.

Структура наполнителя (фосфогипса) близка к структуре двухводного гипса, описанной в рентгенотекке. Она имеет примитивную моноклинную структуру, элементарная ячейка которой представляет собой прямую призму с параллелограммом в основании.

Средняя величина кристаллитов проходит через максимум по мере увеличения содержания фосфогипса (сверх 100 мас. %) в реакционной смеси, а степень кристалличности растет, причем наиболее интенсивно при переходе от образца ППУ, полученного из реакционной смеси с содержанием фосфогипса (сверх 100 мас. %) 19,41 мас. % к образцу, полученному из реакционной смеси с его содержанием (сверх 100 мас. %) 38,83 мас.%. Отмеченный характер зависимостей коррелирует с зависимостями интенсивностей пиков двухводного гипса при $2\theta \approx 14,8^\circ$ и ППУ при $2\theta \approx 21,4^\circ$ в композиционном сорбенте от содержания фосфогипса (сверх 100 мас. %) в реакционной смеси, из которой получены образцы.

Одной из целей создания композиционных сорбентов было увеличение плотности нефтесорбентов на основе ППУ, что полностью достигнуто. При введении в реакционную смесь (сверх 100 мас. %) 77,66 мас. % фосфогипса наблюдалось практически трехкратное повышение плотности.

В то же время абсолютная величина поглощения нефти и дизельного топлива композиционным сорбентом при времени 10 мин снижается соответственно на 12,89 г/г и на 9,66 г/г. Известно [1], что в реальных условиях (в динамическом режиме) различия между абсолютными величинами поглощения весьма ощутимо стираются.

Исходя из сказанного нами проведено исследование влияния толщины пленки нефти на поверхности воды на эффективность ее очистки базисным нефтесорбентом (ППУ, не содержащее фосфогипс) и композиционным нефтесорбентом (ППУ с содержанием фосфогипса (сверх 100 %) в реакционной смеси 77,66 %) за 10 мин.

Установлено, что эффективность очистки поверхности воды от загрязнений нефтью выше для композиционного нефтесорбента (рис. 1). Наибольшее различие в эффективности очистки имеет место при толщине пленки нефти 1 мкм. Отмеченное, вероятно, обусловлено меньшим водопоглощением композиционного нефтесорбента (рис. 2).

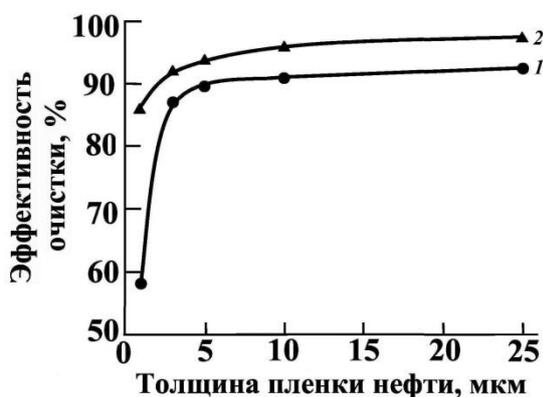


Рис. 1. Эффективность очистки поверхности воды от нефти базисным (1) и композиционным (2) сорбентами

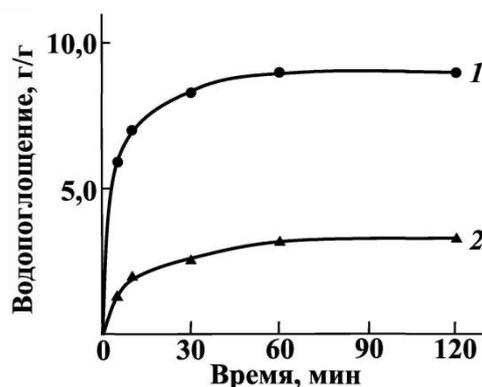


Рис. 2. Кинетика водопоглощения базисным (1) и композиционным (2) сорбентами

Полученные результаты свидетельствуют о перспективности использования композиционных нефтесорбентов при аварийных разливах нефти, так как при этом будет достигаться дополнительный экологический эффект (за счет использования фосфогипса из отвалов), значительное увеличение плотности получаемого сорбента при сохранении его практической непотопляемости и понижение себестоимости продукции.

Список литературы

1. Каменщиков Ф.А., Богомольный Е.И. Нефтяные сорбенты / Ф.А. Каменщиков, Е.И. Богомольный. М. Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика». 2005. 268 с.

УПРАВЛЯЕМОЕ РАСТВОРЕНИЕ НИТРИДА ГАЛЛИЯ

Т.К. Зубенко¹, А.С. Усиков², И.А. Ермаков³, Б.П. Папченко³, М.В. Пузык¹

¹РГПУ им. А. И. Герцена, ²Группа компаний "Нитридные кристаллы",

³Университет ИТМО, Санкт-Петербург

zubenko_1993@bk.ru

Нитрид галлия — широкозонный полупроводник, используемый в приборных слоях, требующих быстрого переноса носителей заряда и высокого напряжения пробоя. Он нашел широкое применение в силовой, СВЧ- и опто-электронике (диоды с барьером Шоттки и транзисторы, светодиоды ближней УФ- и сине-зеленой области спектра). Высокое значение ширины запрещенной зоны (3.39 - 3.43 эВ) и химическая инертность (рис.1) обусловили множество исследований нитрида галлия как материала фотоэлектрода ячеек по фоторазложению воды для получения экологически чистого топлива – молекулярных водорода и кислорода [1].

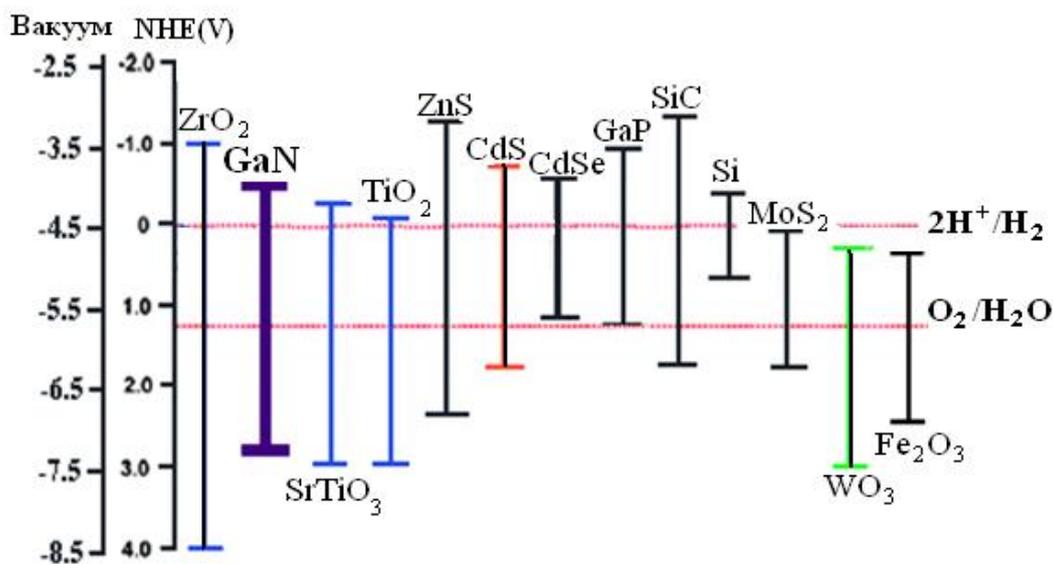


Рис.1. Ширина запрещенной зоны распространенных полупроводников.

Однако детального изучения процесса фото-электро-стимулированного растворения GaN не проводилось. Объекты исследования - это микронные слои нитрида галлия с разной степенью легирования, выращенные на сапфировой подложке методом хлоридно-гидридной газофазной эпитаксии. Слои нитрида галлия получали в горизонтальном реакторе при атмосферном давлении и температуре ~ 1040°C на поверхности 2-дюймовых подложек сапфира ориентации (0001). Аммиак, монохлорид галлия использовались для формирования основного материала – GaN; кремний и магний — в качестве легирующих примесей. GaCl образовывался при прохождении газообразного хлороводорода над контейнером с жидким галлием. В качестве газа-носителя использовался аргон. Рост эпитаксиальных слоев GaN на подложке осуществлялся за счет реакций GaCl и NH₃. Концентрация нескомпенсированных доноров

составила в нелегированных образцах GaN $\sim 10^{16} \text{ см}^{-3}$, а в легированных $\sim 10^{18} \text{ см}^{-3}$. Параметры и характеристики полученных слоев GaN исследовались методами рентгеновской дифрактометрии (ДРОН-7) и электронной абсорбционной спектроскопии (Shimadzu UV-2400).

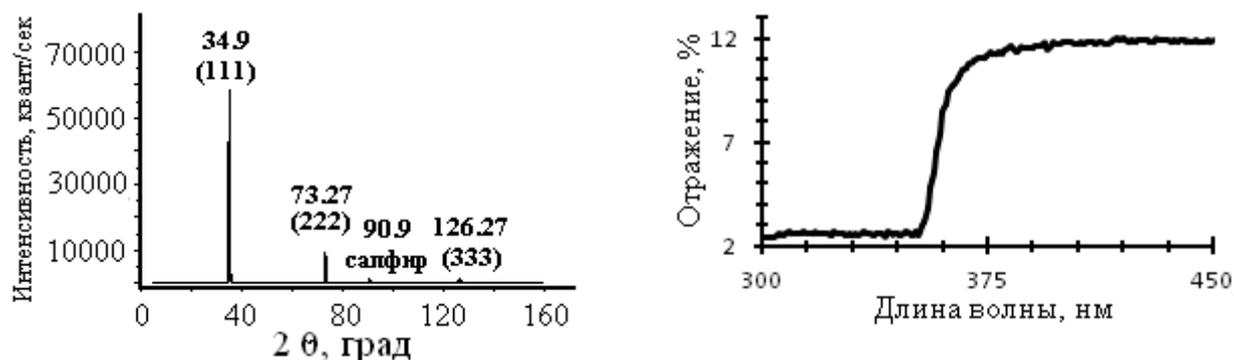


Рис.2. Диффрактограмма с указанием углов рассеяния рентгеновских лучей (слева) и спектр диффузного отражения (справа) GaN на сапфире

Рентгеноструктурные исследования показали, что кристаллы имеют структуру сфалерита (рис. 2). Рассчитанное из условия объёмной дифракции Вульфа-Брэгга для первого порядка отражения ($2d \sin\theta = \lambda$) межплоскостное расстояние d оказалось равным 2.569 \AA . Измеренный при комнатной температуре параметр решетки $a = 4.450 \text{ \AA}$ хорошо согласуются с величинами для объёмных кристаллов GaN [2].

Электростимулированное растворение GaN проводили в водном щелочном растворе под действием импульсного азотного лазера ($\lambda = 337.1 \text{ нм}$). Выбор УФ-источника облучения обусловлен краем полосы поглощения нитрида галлия при 365 нм (3.40 эВ) (рис. 2). Установлена линейная зависимость геометрических параметров растворения GaN от времени с помощью силового электронного микроскопа (Zeiss Merlin) и профилометра (Talysurf PGI 1240). Детали эксперимента будут подробно освещены в докладе.

Список литературы

1. M.V. Puzyk, A.M. Puzyk, A.S. Usikov, A.D. Fomichev, I.A. Ermakov, D.S. Kovalev, B.P. Papchenko, H.Helava, Y.N.Makarov, S.Y. Kurin. // J. of Phys.: Conf. Ser. 2015. Т. 643. № 1. P. 012127.
2. M. Leszynski, T. Suski, H. Teisseyre, P. Perlin, I. Grzegory, J. Jun, S. Porowski, T.D. Moustakas. // J. Appl. Phys. 1994. V. 76, № 8, P. 4909.

ФАЗООБРАЗОВАНИЕ В СИСТЕМЕ ZrO_2 - MgO В УСЛОВИЯХ ГЛИЦИН-НИТРАТНОГО ГОРЕНИЯ

В.А.Иванов¹, А.К.Василевская²

¹ СПбГТИ(ТУ), ² ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН, Санкт-Петербург

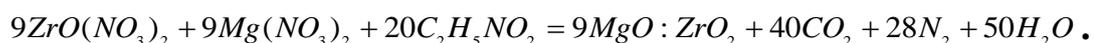
ivanov.val25@mail.ru

Синтезировать наноматериалы с предсказуемыми, заданными свойствами можно, влияя на систему, как с помощью внутренних факторов (элементов структуры), так и внешних воздействий (химические, механические, тепловые параметры) [1].

Циркониевая нанокерамика находит широкое применение в качестве катализаторов, огенупорных материалов, биоматериалов и т.д. Свойства нанокерамики во много зависят от свойств исходных предкерамических порошков, которые в свою очередь определяются способом их получения. К основным способам получения предкерамических нанопорошков относятся «золь-гель» технология, осаждение/соосаждение из растворов, гидротермальный синтез, самораспространяющееся горение и т.д. Сегодня методы горения привлекают все большее внимание благодаря простоте синтеза, его вариативности и возможности получать значительные количества порошка с высокой удельной поверхностью.

Целью настоящей работы является синтез и исследование нанокompозитов на основе системы ZrO_2 - MgO для получения стабильных предкерамических порошков. Для достижения поставленной цели были исследованы процессы фазообразования в системе ZrO_2 - MgO в условиях глицин нитратного горения, была проведена термообработка продуктов глицин нитратного горения на воздухе в установке для высокотемпературной рентгеновской дифрактометрии.

Расчет компонентов для синтеза проводили по следующей окислительно-восстановительной реакции:



Стехиометрическое соотношение топлива к окислителю (глицина к нитратам) было принято за $\varphi = 1$. При стехиометрическом соотношении магния к цирконию варьировали φ в интервале от 0.2 до 2.4. При $\varphi = 1$ варьировали соотношение $Mg:Zr$ от 0 до 60 мол.% Mg в системе. Таким образом были получены композиционные порошки различного фазового состава. Было показано, что фазовый состав порошков сильно зависит от φ (рис. 1). В области φ близкой к стехиометрии (0.6 - 1.6) были получены нанопорошки, содержащие твердый раствор со структурой кубического диоксида циркония (c - ZrO_2 (тв.р.)) с размером кристаллитов от 2 до 13 нм и оксид магния с размером кристаллитов от 3 до 17 нм. В областях избытка ($\varphi \geq 1.8$) и недостатка ($\varphi \leq 0.4$) глицина получаемые порошки являются рентгеноаморфными.

Такого рода зависимость фазового состава от ϕ , по-видимому, объясняется температурой горения, которая зависит от соотношения окислителя к топливу. При $\phi = 1$ степень кристалличности синтезированного порошка является наибольшей и составляет 60 масс.%.

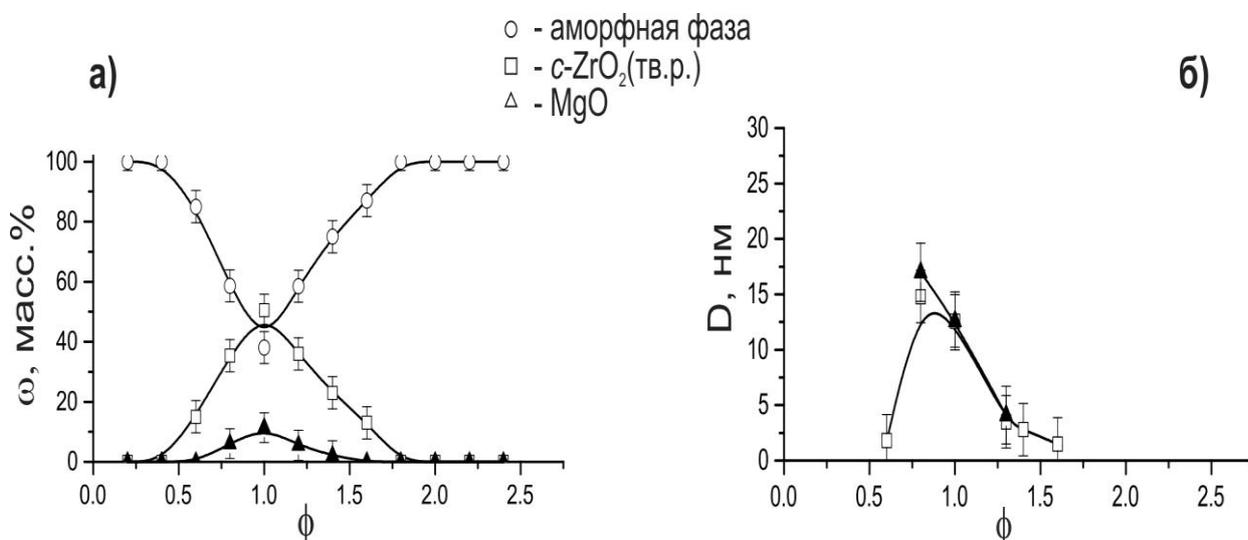


Рисунок 1 – Зависимость фазового состава (б) и размера кристаллитов (а) от соотношения топлива к окислителю ϕ

Рассчитанные параметры $c\text{-ZrO}_2(\text{тв.р.})$ и количественное соотношение $c\text{-ZrO}_2(\text{тв.р.})$ и MgO, определенное по рентгенофазовому анализу, позволили предположить формирование частиц со структурой «ядро-оболочка», в которых $c\text{-ZrO}_2(\text{тв.р.})$ представляет кристаллическое ядро, а MgO находится в аморфной фазе в виде оболочки.

Список литературы

1. Сергеев Г.Б. Нанохимия. М.: Изд-во МГУ, 2003. 288 с.

ОСОБЕННОСТИ ФАЗООБРАЗОВАНИЯ В СИСТЕМЕ $\text{FeO}_x\text{-ZrO}_2\text{-TiO}_2$ В УСЛОВИЯХ ГОРЕНИЯ РЕАКЦИОННЫХ СРЕД

Д.О. Илюшин, С.А. Кириллова

СПбГЭТУ «ЛЭТИ», Санкт-Петербург

iljushindm@gmail.com

Керамические и композиционные материалы на основе исследуемой системы широко применяют в качестве катализаторов или носителей катализатора для изомеризации углеводородов, гидрогенизации монооксида углерода, селективного гидрирования и синтеза аммиака [1], а также как магнитные материалы [2]. Нанокompозиты, в которых магнитные наночастицы распределены в полупроводниковой матрице диоксида титана без образования химических соединений, представляют значительный интерес в качестве элементов спинтронных устройств, фотокаталитически активных материалов, магнитных каталитических материалов, систем доставки лекарственных препаратов, средств гипертермической терапии [3].

Представляет интерес проведение систематических сравнительных исследований влияния параметров синтеза на особенности формирования нанокристаллов в системе $\text{FeO}_x\text{-ZrO}_2\text{-TiO}_2$ (где $x = 1.0\text{-}1.5$), их строение, размер и морфологию. В настоящей работе предложено использовать метод горения растворов. Соотношение «топливо/окислитель» в данном случае является одним из ключевых параметров определяющих фазовый состав, размер кристаллитов, морфологию, площадь поверхности, степень и природу агломерации наночастиц. Кроме того, необходимо следить за тем, чтобы все составляющие находились именно в растворимой форме, были бы способны образовывать комплексные соединения с используемым топливом, чтобы исключить возможность разложения солей при нагревании смеси.

Методом горения растворов были получены композиции на основе системы $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2$ с различным мольным соотношением катионов железа и циркония (от 0 до 100 мол. % FeO_x). В качестве исходных реагентов использовали $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, $\text{ZrO}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. В качестве топлива использовали глицин и мочевины. Полученные образцы подвергали термической обработке на воздухе в интервале температур $500\text{...}1200$ °С от 30 мин. до 2 ч. Образцы помещали в предварительно нагретую печь. Охлаждение проводилось в режиме закалки на воздухе.

При синтезе композиций на основе системы $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$ в качестве титансодержащего компонента использовали $\text{Ti}(\text{C}_4\text{H}_9\text{O})_4$ с последующим получением $\text{TiO}(\text{NO}_3)_2$ и $\text{HOOC}(\text{OH})(\text{CH}_2\text{COO})_2\text{TiO} \cdot n\text{H}_2\text{O}$. В качестве топлива также использовали глицин и мочевины. При термообработке в системе $\text{FeO}_x\text{-TiO}_2$ могут формироваться твердые растворы на основе диоксида титана или образовываться химические соединения, построенные по типу ильменита и/или псевдобрукита. Появление новых структур и их типов зависит от концентраций реагентов, их образование может

неоднозначно менять физико-химические свойства получаемых нанокмозитов на основе системы $\text{FeO}_x\text{-TiO}_2$. В связи с этим были получены образцы с содержанием $\text{FeO}_{1.5}$ 0...12.5 мол. % и на стехиометрию соединения Fe_2TiO_5 . Реакцию горения инициировали как в реакторе на стеклокерамической плитке, постепенно упаривая реакционный объем раствора, так и в муфельной печи, предварительно нагретой до 400...450 °С.

Микроструктуру и элементный состав образцов определяли методами сканирующей электронной микроскопии и рентгеноспектрального микроанализа на сканирующем электронном микроскопе Hitachi S-570, оснащенный микрозондовой системой Bruker Quantax 200. Фазовый состав образцов контролировали методом рентгенофазового анализа с использованием рентгеновского дифрактометра ДРОН-3М на CoK_α -излучении ($\lambda = 0.178897$ нм). Идентификация пиков на дифрактограмме проводилась с помощью программного комплекса PDWin 4.0 и пакета Crystallographica Search-Match. На основании полученных рентгеновских дифрактограмм порошков были рассчитаны средние размеры кристаллитов (областей когерентного рассеяния).

Показано, что структура и размер получаемых частиц определяются температурой протекания процесса, которая зависит от вида топлива, соотношения «топливо/нитраты металлов» в исходной композиции, мольного содержания железосодержащего компонента. Дана оценка возможности образования твердых растворов непосредственно в условиях горения реакционных сред. Определены границы существования твердых растворов при дальнейшей термообработке полученных композиций. Установлено влияние присутствия остаточного графита на процесс стабилизации той или иной модификации диоксида циркония и на образование твердого раствора на основе ZrO_2 , а также на рост наночастиц. Показано влияние прекурсора титансодержащего компонента и вида топлива на процесс горения и, соответственно, на фазовый состав, размер кристаллитов, их морфологию, площадь поверхности порошка, степень и природу агломерации наночастиц, а также на фазообразование в системе при дальнейшей термообработке.

Полученные композиты перспективны при использовании их в качестве материалов с развитой поверхностью (сорбентов, катализаторов и их носителей), а также в качестве прекурсоров для синтеза функциональных керамических материалов.

Список литературы

1. Okamoto Y., Kubota T., Ohto Y., Nasu S. // J. Phys. Chem. B. 2000. V. 104. Iss. 35. P. 8462-8470.
2. de Souza A.O., Ivashita F.F., Biondo V., Paesano Jr.A., Mosca D.H. // J. Alloys Compd. 2016. V. 680. P. 701-710.
3. Mornet S., Vasseur S., Grasset F., Verveka P., Goglio G., Demourgues A., Portier J., Pollert E., Duguet E. // Prog. Solid State Chem. 2006. V. 34. Iss. 2. P. 237-247.

ВЛИЯНИЕ МОДИФИЦИРОВАНИЯ НА КИСЛОТНЫЕ И КАТАЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВЫСОКОКРЕМЗЕМНЫХ ЦЕОЛИТОВ В РЕАКЦИИ ЭТИЛИРОВАНИЯ БЕНЗОЛА И ЭТИЛБЕНЗОЛА

А.А. Искендерова, Т.О. Гахраманов, С.Ф. Эминова, С.Э. Мамедов, Э.И. Ахмедов

Бакинский Государственный Университет, Азербайджан, Баку

taleh_bdu@mail.ru

В настоящей работе изучено влияние природы обменного катиона (Sr^{2+} , Ba^{2+} , Zn^{2+} , La^{3+} , Ho^{3+}) на каталитические и кислотные свойства пентасилов в этилировании бензола и этилбензола.

Для исследования были взяты ВК-цеолиты типа ультрасила и ЦВМ с мольными отношениями равными 61 и 33 соответственно. Катионные формы пентасила получали методом ионного обмена.

Опыты проводили на установке проточного типа со стационарным слоем катализатора объемом 4 см^3 в токе водорода при атмосферном давлении в интервале температур $300\text{-}400^\circ\text{C}$ при объемной скорости подачи сырья 1 ч^{-1} и мольном отношении $\text{C}_8\text{H}_{10}:\text{CH}_3\text{OH}:\text{H}_2$, равном 2:1:2.

Наряду с водородными формами каталитическую активность в этилировании бензола и этилбензола проявляют различные M^{n+} -катионные модификации ультрасилов и ЦВМ. Свойства последних определяются природой, зарядом и размером катиона. В отличие от Н-форм катионные формы цеолитов проявляют существенно более высокую селективность по ЭБ и п-ДЭБ. Наиболее высокую активность проявляют цеолиты, модифицированные катионами РЗЭ. Однако образцы с более крупными катионами проявляют более высокую пара-селективность. Чем больше размер M^{n+} , тем выше пара-селективность M^{n+} -цеолита. Однако Sr- и Ba-формы пентасилов проявляют низкую каталитическую активность. Модифицирование Н-ультрасилов двух и трехзарядными катионами существенно снижает выход побочных продуктов. Наибольшее снижение выхода побочных продуктов наблюдается на Sr- и Ba-формах цеолитов.

Природа катиона РЗЭ³⁺ заметно влияет на активность и селективность цеолита ЦВМ. Наибольшая конверсия бензола и этилбензола достигается на Lu-форме цеолита. Однако La-форма цеолита проявляют более высокую селективность по ЭБ и п-ДЭБ. При температуре 300°C на La-форме цеолита селективность по п-ДЭБ составляет 51% .

Таким образом, каталитические свойства катионных форм ультрасилов и пентасилов зависят от природы, заряда, размера катионов M^{n+} и спектра кислотных центров цеолитов. На многозарядных (РЗЭ³⁺, Zn^{2+}) формах ультрасилов и пентасилов повышение пара-селективности сопровождается существенным протеканием побочных реакций, а на Sr- и Ba-формах повышение пара-селективности сопровождается резким снижением активности.

Эти закономерности связаны наличием в РЗЭ, Zn-формах сильных и средних, а в Sr- и Ba-формах—слабых и средних кислотных центров.

ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И КАТАЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЦЕОЛИТА ZSM-5 В ДИСПРОПОРЦИОНОВАНИИ ЭТИЛБЕНЗОЛА

А.М. Маггерамов, Ф.Ш. Керимли, С.Э. Мамедов

Бакинский Государственный Университет, Азербайджан, Баку

fuad_kerimli80@mail.ru

Разработка региоселективных катализаторов для процессов диспропорционирования, трансалкилирования, алкилирования и изомеризации алкилароматических углеводородов является одним из важнейших направлений в органическом катализе.

Одним из возможных путей изменения каталитических и молекулярно-ситовых свойств цеолитов с целью получения паразамещенных алкилароматических углеводородов является направленное регулирование пор и модифицирование кислотных свойств цеолита. В этом отношении перспективным оказывается путь химического модифицирования цеолитов с использованием соединений В, Р, Mg, Si и др. [1-3], которые повышают селективность в отношении образования пара-изомеров в превращениях алкилароматических углеводородов.

Учитывая широкие возможности, открывающиеся при использовании цеолитов типа ZSM-5 в различных процессах нефтепереработки, представлялось интересным проследить за изменением каталитических и физико-химических характеристик данного типа при их модифицировании соединениями редкоземельных элементов (РЗЭ) в реакции диспропорционирования этилбензола.

Для исследования использовали цеолит ZSM-5 с мольным отношением $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3=61$, который путем ионного обмена переводили в NH_4 -форму. Н-форму цеолита получали термическим разложением NH_4 -формы при 500°C в течение 4ч. Катализаторы, модифицированные 1,0-10,0 мас.% РЗЭ, получали пропиткой Н-форм цеолита растворами нитратов РЗЭ при 80°C в течение 6ч. Образцы сушили на воздухе в течение 16 часов, затем 4ч в сушильном шкафу при 110°C и наконец, прокачивали при 550°C в течение 4ч [3]. Перед опытом катализаторы активировали в токе воздуха при 400°C в течение 1 ч. В качестве сырья использовали этилбензол марки «ХЧ». Анализ продуктов реакции осуществляли хроматографическим методом [3]. Кислотные свойства катализаторов определяли методом термопрограммированной адсорбции аммиака [3].

Опыты проводили на установке проточного типа со стационарным слоем катализатора (4см^3) в реакторе идеального вытеснения при атмосферном давлении в интервале $250-450^\circ\text{C}$, при скорости подачи сырья 1 ч^{-1} и мольном отношении $\text{H}_2/\text{ЭБ}=3:1$.

Для исследования катализаторов применяли химический, рентгенофазовый, адсорбционный и ИК-спектроскопический методы анализа.

Н- ZSM-5 является активным катализатором диспропорционирования ЭБ. В интервале $250-300^\circ\text{C}$ диспропорционирование ЭБ протекает

селективно. Продукты реакции состоят из бензола, м- и п- диэтилбензолов (ДЭБ). На H-ZSM-5 отношение концентрации п-ДЭБ к концентрации м-ДЭБ (ПС-пара-селективность) составляет 0,85. При повышении температуры процесс протекает неселективно и ПС составляет 0,60-0,67.

Анализ данных об активности модифицированных катализаторов показывает, что на процесс диспропорционирования содержание РЗЭ в катализаторе, оказывает определяющее влияние на его активность и селективность. С увеличением содержания РЗЭ наблюдается снижение конверсии ЭБ. При концентрациях РЗЭ выше 5,0 мас.% наблюдается резкое снижение конверсии ЭБ и выход ДЭБ. Однако, при этом происходит значительное повышение ПС катализатора. Во всем исследуемом интервале температур 250-400 °С ПС модифицированных катализаторов выше, чем немодифицированного. При 350 °С на HZSM-5 содержащем 5,0 мас.% РЗЭ конверсия ЭБ составляет 18,5 мас.%, а ПС-2,4.

Получение данные свидетельствуют о том, что в диспропорционировании ЭБ ярко проявляются молекулярно-ситовые свойства модифицированных цеолитов ZSM-5.

Выявлено, что H-ZSM-5 имеет два типа кислотных центров: слабокислотные с температурой максимума пика $T_{\text{макс.}}$ (198 °С) и сильно кислотные с $T_{\text{макс.}}$ (415 °С). Концентрация сильных кислотных центров H-ZSM-5 составляет 542 мкмоль·г⁻¹. Модифицирование H-пентасила лантаном приводит к смещению высокотемпературного пика в область более низких температур и снижению концентрации кислотных центров обеих форм десорбции аммиака. При повышении содержания в цеолите до 5 мас.%, происходит резкое снижение кислотности катализатора; концентрация сильных кислотных центров снижается с 542 мкмоль·г⁻¹ до 97 мкмоль·г⁻¹. При модифицировании происходит также уменьшение адсорбционной емкости цеолита по отношению к бензолу. Увеличение концентрации лантана в цеолите до 5 мас.% сопровождается уменьшением адсорбционной емкости по бензолу с 0,023 см³/г до 0,0047 см³/г.

Таким образом, при химическом модифицировании HZSM-5 соединениями РЗЭ происходит перераспределения кислотных центров, в результате уменьшается сила и концентрация сильных брэнстедовских центров и сужаются каналы цеолита за счет отложения в них части оксида РЗЭ, что и обуславливает повышение пара-селективности катализатора. Добавка до 5 мас.% РЗЭ в цеолит позволяет эффективно подавить побочные реакции и повысить селективность катализатора.

Список литературы

1. Nai, Y. Chen // *Ind. Eng. Chem. Res.* 2001. Vol. 40. P.4157-4161.
2. Akpolat O. and Gunduz G. // *J.Appl. Sci.* 2005. Vol.5. P.236-248.
3. Mamedov S.E, Akhmedov E.I, Ismailova S.V, Shamilov N.T. // *Russian Petroleum Chem.* 2009. Vol. 49. P.133-135.

ГАЛОГЕННЫЕ СВЯЗИ В АДДУКТАХ БРОМИДНЫХ БИС-ДИАЛКИЛЦИАНАМИДНЫХ КОМПЛЕКСОВ ПЛАТИНЫ(II) С ИОДОФОРМОМ

Ю.В. Кирина, Д.М. Иванов, А.С. Новиков

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

yulia.v.kirina@gmail.com

Галогенные связи являются одним из видов нековалентных взаимодействий, которому в последнее время уделяется всё большее внимание ученых. Наряду с другими слабыми взаимодействиями, галогенные связи активно используют в рамках инженерии кристаллов и построении супрамолекулярных структур. Они также играют важную роль в биологических системах. Последние направления использования галогенных связей – стабилизация взрывчатых веществ и создание систем с регулируемыми фотофизическими свойствами. Однако, сравнительно мало изучались галогенные связи с атомом металла как непосредственным участником такого взаимодействия.

В настоящем исследовании мы показали, что бис-диалкилцианамидные комплексы платины(II) $trans-[PtBr_2(NCNR_2)]$ ($R = Alk$) склонны сокристаллизовываться с иодоформом, образуя в большинстве случаев аддукты состава комплекс:иодоформ=1:2. С помощью метода рентгеноструктурного анализа было установлено, что кроме коротких контактов с участием галогенидного лиганда $HI_2C-I\cdots Br-Pt$ (Рис. 1, А), в некоторых аддуктах присутствуют также водородные связи $I_3C-H\cdots Br-Pt$ (Рис. 1, В) и необычные контакты с участием атома платины $HI_2C-I\cdots Pt$ (Рис. 1, С).

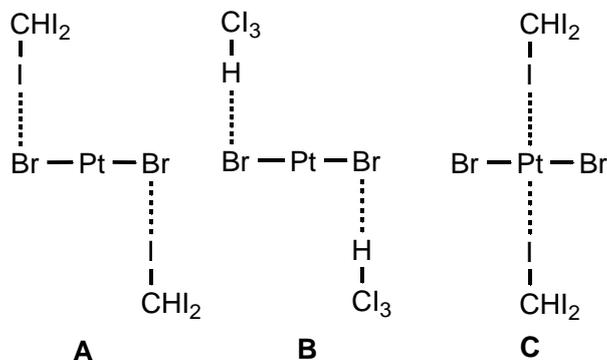


Рис. 1. Три типа нековалентных взаимодействий между линейным фрагментом $PtBr_2$ и двумя молекулами CHI_3 .

Результаты расчётов, проведённых в рамках теории функционала плотности на экспериментальных координатах с последующим анализом распределения электронной плотности, могут служить подтверждением того, что данные короткие контакты представляют собой галогенные связи с участием галогенидных лигандов (А) и металлоцентра (С) в качестве акцепторов этих галогенных связей, а также водородные связи (В). Данный метод подтвердил наличие критических точек связи, определены параметры электронной плотности в этих точках, а также оценены энергии слабых взаимодействий, значения которых лежат в диапазоне 1–3.5 ккал/моль.

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ГЕТЕРОСТРУКТУР НА ОСНОВЕ ОКСИДА ТИТАНА(IV) И ЧАСТИЦ СУЛЬФИДА КАДМИЯ

Д.С. Крайнов, Т.Б. Бойцова

РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург

krainov_dmitriy@mail.ru

Композитные материалы, состоящие из нескольких полупроводниковых частиц различной природы, обладают рядом преимуществ перед монокомпонентными. Подобные структуры являются активными к излучению видимого диапазона спектра. Кроме того, в гетероструктурах с разными значениями ширины запрещенной зоны, положение энергетических уровней способствует эффективному разделению фотогенерированных зарядов. Как следствие, подобные материалы обладают высокой фотокаталитической активностью.

В работе представлены результаты синтеза тонких плёнок TiO_2 , модифицированных наночастицами CdS . Формирование пленок включало стадии нанесения пропан-2-ольного раствора содержащего тетра-*n*-бутоксид титана и соль кадмия методом «spin-coating» на стеклянные слайды; последующей обработки раствором сульфида натрия или сероводородом и отжига при температуре 500°C на воздухе.

Изучение состава и структуры полученного материала проводилось методами УФ/вид спектроскопии и дифракции рентгеновских лучей. В электронных спектрах гетероструктур зарегистрированы интенсивные полосы поглощения при 380 нм. Согласно литературным данным [1] подобные полосы характерны для частиц CdS размером менее 10 нм. Установлено, что повышение концентрации Cd^{2+} -ионов в исходной композиции приводит к увеличению интенсивности полосы и не вызывает ее смещения. Последнее указывает на формирование частиц CdS однородных по размеру. В дифрактограммах образцов наряду с характерными пиками анатаза при 2θ равном 24.9 (101), 38.3 (004) 48.2° (200) присутствуют пики, соответствующие рефлексам кубической модификации сульфида кадмия при 25.96 (100), 27.55 (002), 32.23 (101), 45.21 (110), и 53.62° (112).

Исследование каталитической активности TiO_2/CdS гетероструктур осуществлялось в реакции фотодеструкции метилового оранжевого.

Список литературы

1. Khanchandani S., Kundu S., Patra A., Ganguli A.K. // J. Phys. Chem. C 2012. Vol. 116. P. 23653-23662.

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛИМЕРНОГО КОМПЛЕКСА

poly-[Ni(3-NO₂Salen)]

Д.С. Курчавов

РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург

innatexz@mail.ru

Функциональные материалы, получаемые при окислении комплексов никеля и других переходных металлов с тетрадентантными основаниями Шиффа ([M(Schiff)]), активно исследуются рядом научных групп, вследствие перспективности их применения в энергозапасающих, электрокаталитических, электроаналитических и оптоэлектронных устройствах. Достаточно хорошо изучено формирование и функционирование редокс-полимеров на основе комплексов никеля, имеющих в своем лигандном окружении электронодонорные заместители. Однако, в литературе значительно меньше данных по аналогичным полимерным комплексам, содержащих в лигандном окружении электроноакцепторные группы. В то же время, введение этих групп в состав лигандного окружения, может расширить область электрохимической активности полимеров, увеличив при этом емкость гибридных суперконденсаторов и Li-ионных батарей.

В результате данной работы:

- 1) Синтезирован комплекс Ni(3-NO₂Salen) из коммерчески доступных реактивов: 3-нитросалицилового альдегида (AcrosOrganics), этилендиамина и ацетата никеля (II). Состав синтезированного мономерного комплекса был подтвержден методом ¹H ЯМР и электронной спектроскопией поглощения.
- 2) Разработана методика синтеза poly-[Ni(3-NO₂Salen)].
- 3) Проведен синтез poly-[Ni(3-NO₂Salen)] в ионной жидкости тетрафтороборат 1-бутил-3-метилимидазолий (Sigma Aldrich) и в смеси этиленкарбоната и диметилкарбоната (1:1 по массе).
- 4) Методами циклической вольтамперометрии исследованы свойства синтезированного полимера: установлен режим окислительно-восстановительных переходов, сделана оценка скорости транспорта заряда.
- 5) С помощью метода кварцевой микрогравиметрии установлено число электронов, участвующих в окислительно-восстановительных процессах полимерной пленки (в расчете на один фрагмент).

ИЗОМЕРИЗАЦИЯ Н-ГЕПТАНА И Н-ОКТАНА НА Pt-СОДЕРЖАЩИХ УЛЬТРАСТАБИЛЬНЫХ ЦЕОЛИТАХ ТИПА Y

А.З. Мамедова, С.Е. Мирзалиева, Э.И. Ахмедов, С.Э. Мамедов, Д.И. Мирзаи

Бакинский Государственный Университет, Азербайджан, г. Баку

Itofikabdullayev@gmail.com

Изоалканы, необходимые для повышения октанового числа моторных топлив, получают изомеризацией нормальных алканов на бифункциональных катализаторах [1-3], среди которых особое место занимают металлоцеолитные катализаторы, не требующие глубокой очистки сырья и устойчивого к коррозии оборудования. Их активность и селективность в изомеризации n-алканов зависит от сбалансированности дегидрирующей функции металла, строения и кислотной функции цеолита [5-6]. Эти функции непосредственно связаны с типом и способом модифицирования цеолитов в состав Pt-содержащих катализаторов.

Цель настоящей работы – изучение влияния добавок лантана на активность и селективность платиновых катализаторов на основе декатионированного и ультрастабильного цеолита типа Y в реакции изомеризации n-гептана. Нанесение на USY 0,5% Pt осуществляли методом пропитки экструдатов раствором $[Pt(NH_3)_4]Cl_2$ с последующим выпариванием раствора, сушкой при $110^{\circ}C$ и прокаливанием при $500^{\circ}C$ в течение 4 ч.

Платиновые катализаторы на основе декатионированного и ультрастабильного цеолита обладают сравнительно невысокой изомеризирующей активностью и низкой селективностью.

Модифицирование платинового катализатора на основе ультрастабильного цеолита путем замещения 10% катионов H^+ на катионы La^{3+} значительно увеличивает его изомеризирующую активность и селективность. Выход изогептанов при 563К возрастает с 56.4 и 62.1 мас.%, а селективность с 80.0 до 86.8%.

Наибольшую активность и селективность при изомеризации n-гептана и n-октана проявляет катализатор, у которого 30% катионов H^+ замещены на катионы La^{3+} . Максимальный выход изогептанов и изооктанов составляют 65.2 и 58.7 мас.% соответственно при селективности 90.0%. Замещение 40% катионов H^+ на катионы La^{3+} не улучшает активности катализатора. Активность и селективность Pt-цеолитных катализаторов регулируется концентрацией PЗЭ. Оптимальное содержание катионов PЗЭ, при котором достигается максимальная активность и селективность Pt-цеолитного катализатора, составляет 20-30%.

Список литературы

1. Закумбаева Г.Д., Газизова А.Д., Данилов А.В., Чанышева И.С., Комашко Л.В.// Нефтехимия. 2008. Т. 22. №2. С. 87-91.
2. Мамедова А.З., Ахмедов Э.И., Мирзалиева С.Э., Мамедов С.Э.// Нефтепереработка и нефтехимия. 2013. №3. С. 26-27.
3. Vasilyev A.N., Galich P.N. // Chemistry and Technology of fuels and oils. 1996. V.32. P. 217-223.

ВЛИЯНИЕ МЕТОДОВ ПОЛУЧЕНИЯ НА СОСТАВ, СТРУКТУРУ И МАГНИТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАНОЧАСТИЦ ФЕРРИТА КОБАЛЬТА

К.Д. Мартинсон, И.А. Черепкова, И.С. Кондрашкова

СПБГТИ(ТУ), Санкт-Петербург

martinsonkirill@yandex.ru

Ферриты переходных металлов являются важными объектами исследований современной науки. Среди них особо выделяется феррит кобальта CoFe_2O_4 , который, благодаря своим практически значимым свойствам (большой магнитной анизотропии, высокой коэрцитивности, высокой химической стойкости и механической твердости) нашёл широкое применение в различных областях современной промышленности и техники, например в качестве материала для производства различных датчиков и сенсоров, суперконденсаторов, в качестве катализатора, в биомедицинских исследованиях и т.д.

В данной работе исследовалось влияние метода получения на состав, структуру и магнитные характеристики наноразмерного феррита кобальта. В качестве методов получения были выбраны глицин-нитратный, гидротермальный и гидротермально-микроволновый синтез. Глицин-нитратное горения проводилось при различном мольном соотношении глицина к азоту $n(\text{Gly})/n(\text{N}) = 0 - 1,28$.

В условиях глицин-нитратного горения были получены хорошо закристаллизовавшиеся наночастицы со степенью кристалличности = 95 – 98% и размером ОКР = 30 – 80 нм в зависимости от молярного соотношения глицина и нитратов [1].

Степень кристалличности образцов полученных гидротермальным и гидротермально-микроволновом синтезом увеличивалась при повышении температуры и времени выдержки в гидротермальных условиях. При этом одна и та же степень закристаллизованности наночастиц в условиях микроволнового нагрева достигалась в 2 раза быстрее при одной и той же температуре. В гидротермальных условиях формируются более мелкие частицы с меньшей степенью кристалличности и размером ОКР = 20 – 40 нм).

Магнитные характеристики наночастиц (намагниченность насыщения, остаточная намагниченность и коэрцитивная сила), полученных глицин-нитратным синтезом, в 2 – 2,5 раза выше, чем для частиц, полученных в гидротермальных условиях, что связано с более высокой степенью кристалличности частиц, формирующихся в условиях горения.

Список литературы

1. С.В. Дьяченко, К.Д. Мартинсон, И.А. Черепкова / Размер, морфология и свойства частиц феррошпинелей переходных металлов типа MFe_2O_4 (M – Co, Ni, Zn), полученных в условиях глицин-нитратного горения // Журнал прикладной химии. 2016. Т. 89. Вып. 4. С. 417-421.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ АККУМУЛЯТОР НА ОСНОВЕ ПОЛИАНИЛИНА

С.С. Маслбойщиков

ТвГУ, Тверь

RobarIV@gmail.com

В настоящее время интенсивно развиваются технологии создания электрического аккумулятора повышенной емкости. Основной упор при этом делается на поиск новых перспективных материалов для катодов и анодов этих электрических источников тока. В настоящее время в качестве электродных материалов, для этих целей, начинают изучаться различные электропроводные полимеры, поэтому целью настоящей работы является изучение возможности использовать полианилин в качестве материала для создания аккумулятора.

Известно, что полианилин под действием электрического тока может обратимо окисляться и восстанавливаться, таким образом, появляется возможность использования его в качестве электродного материала аккумулятора. Полианилин может быть получен либо методом химического окисления анилина, либо методом электрохимического окисления. К сожалению, полианилин не растворяется в обычных органических растворителях и не плавится, поэтому для нанесения этого материала на электропроводную подложку мы использовали закрепление его в процессе электрохимического синтеза. Электрохимический синтез осуществляли в потенциостатическом режиме, при потенциале 800 мВ, относительно хлорсеребряного электрода в среде анилина 0,25 М, в качестве подложки использовали платину. При этом полианилин получался в виде равномерного слоя, темного цвета, который хорошо удерживался на поверхности подложки. В целом экспериментальный аккумулятор представляет собой два электрода из платины покрытых слоем полианилина. Таким образом, и катод, и анод представляют собой одинаковую конструкцию. Это возможно вследствие того, что окисленная форма полианилина может служить отрицательным полюсом аккумулятора, а восстановленная – положительным. Предварительные эксперименты показали, что электролитом для такой конструкции может служить децимолярный раствор соляной кислоты. Изучение свойств данного прототипа аккумулятора показало, что зарядка его может осуществляться очень быстро (не более 10с.). При этом раствор электролита играет лишь вспомогательную функцию, а основные электрохимические процессы происходят в слое полианилина. Аккумулятор не боится «переплюсовки» так как и положительный, и отрицательный электроды имеют абсолютно одинаковую конструкцию. Максимальное ЭДС изготовленного аккумулятора составило 0,6 В (эта величина ниже чем у используемых, в настоящее время, аккумуляторов, однако используя батарею таких аккумуляторов можно получить нужное значение ЭДС). При заряде и разряде КПД близок к 100%. ЭДС аккумулятора, находящегося в нерабочем состоянии, сохраняется без изменений длительное время (более месяца).

Доступность, дешевизна исходного вещества для синтеза полианилина, простота конструкции дают основание, на мой взгляд, считать полианилин перспективным материалом для создания электрического аккумулятора.

**СИНТЕЗ НАНОПОРОШКОВ СОСТАВА $\text{Ce}_x\text{Mg}_{1-x}\text{Al}_2\text{O}_4$ И
ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ И
КАТАЛИТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ В КОМПОЗИЦИИ С ЦЕОЛИТОМ
ТИПА ZSM-5 В ПРЕВРАЩЕНИИ МЕТАНОЛА В *n*-КСИЛОЛ**

Л.Р. Вердиева, Т.А. Масмалиева, Т.М. Ильяслы, С.Э. Мамедов, Н.Ф. Ахмедова

Бакинский Государственный Университет, Азербайджан, Баку

azeri09@mail.ru

Цеолит типа ZSM-5, модифицированные соединениями P, B, Mg, La и Zr, являются активными катализаторами процесса прямого превращения метанола в ароматические углеводороды. Традиционный способ получения таких каталитических систем путем пропитки цеолитов растворами солей с последующим термическим разложением или окислением, как правило, не приводит к образованию высокодисперсных активных фаз. В этом отношении более предпочтительно получение каталитических систем механическим смешением нанопорошков соответствующих металлов или их оксидов с мезопористыми материалами.

В связи с этим в настоящей работе исследованы физико-химические и каталитические свойства H-ZSM-5, модифицированных нанопорошками $\text{Ce}_x\text{Mg}_{1-x}\text{Al}_2\text{O}_4$, в превращении метанола в ароматические углеводороды.

Нанопорошки шпинельной структуры получали методом низкотемпературного горения. Исходными реагентами для синтеза были следующие: алюминий азотнокислый 9-водный, $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, магний азотнокислый 6-водный, $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, церий карбонат (III), $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3$, диэтилмалонат $\text{C}_7\text{H}_{12}\text{O}_4$, гидразин моногидрат $\text{NH}_2\text{NH}_2\text{H}_2\text{O}$, спирт абсолютированный $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, азотная кислота HNO_3 с концентрацией 65%. Предшественником была высушенная смесь комплексных соединений магния и алюминия с гидразидами малоновой кислоты. При синтезе предшественника применяли свежеприготовленный дигидразид малоновой кислоты, полученный перемешиванием диэтилмалоната с гидразин моногидратом в мольных соотношениях 1:2.

В ходе получения дигидразидов малоновой кислоты магния, алюминия и церия лучшие результаты получаются при использовании азотнокислых солей. При этом раствор азотнокислого церия получен растворением карбоната церия (III) в концентрированной азотной кислоте при комнатной температуре. После прекращения выделения CO_2 раствор концентрировали до определенной кондиции выпариванием при 60-80⁰С. Таким образом, были приготовлены водные растворы азотнокислых солей магния, алюминия и церия. Затем эти растворы смешивали с таким расчетом, чтобы мольные соотношения были $\text{Ce}:\text{Mg}:\text{Al}=x:(1-x):2$ (где *x*-мольная доля церия), если конечный состав неорганического пигмента соответствует $\text{Ce}_x\text{Mg}_{(1-x)}\text{Al}_2\text{O}_4$. Нами синтезированы составы, где *x* = 0,03, 0,05, 0,10 и нелегированная шпинель MgAl_2O_4 . Приготовление предшественников для синтеза указанных составов осуществлены простым перемешиванием трех катионного (церия, магния и алюминия) раствора с дигидразидом малоновой кислоты. Соотношения нитратов магния и алюминия в растворе составляло 1:2. Затем

смешивали раствор с соответствующим количеством спиртового раствора дигидрида малоновой кислоты, интенсивно перемешивали и высушивали в глубоких стаканах на электролитах с закрытыми нагревателями. Сушку проводили при температуре кипения раствора.

Наноразмерные порошки (30-33нм) получали в результате высокотемпературной обработки аморфного нанопорошка $\text{Ce}_x\text{Mg}_{(1-x)}\text{Al}_2\text{O}_4$ при 1000°C . Катализаторы были приготовлены при сухом смешивании в механической вибрационной мельнице на воздухе нанопорошка $\text{Ce}_x\text{Mg}_{(1-x)}\text{Al}_2\text{O}_4$ с Н-формой цеолита типа HZSM-5 с последующей обработкой приготовленной смеси при 550°C в течение 3-х часов. Концентрация нанопорошка в катализаторе варьировали от 1,0 до 10,0 мас. %.

Опыты проводили на установке проточного типа со стационарным слоем катализатора в интервале температур $350-425^\circ\text{C}$. Объемная скорость подачи метанола составляла 2 ч^{-1} .

Модифицирование H-ZSM-5 нанопорошками CeO_2 , $\text{Ce}_x\text{MgAl}_2\text{O}_4$ и $\text{Ce}_x\text{Mg}_{1-x}\text{Al}_2\text{O}_4$ приводит к изменению каталитических свойств катализаторов. Введение 1,0 мас. % модификаторов в состав H-ZSM-5 способствует повышению активности в образовании ароматических углеводородов. При содержании 1,0 мас. % модификаторов в составе H-ZSM-5а селективность по п-ксилолу по сравнению с H-ZSM-5 возрастает с 34% до 63%. При модифицировании H-ZSM-5 модификаторами селективность катализатора в отношении образования ароматических углеводородов возрастает в следующей последовательности



Изучение влияние концентрации нанопорошка $\text{Ce}_{0.1}\text{Mg}_{0.9}\text{Al}_2\text{O}_4$ в составе HZSM-5 на выход ксилолов и селективность по п-ксилолу показало, что введение нанопорошка $\text{Ce}_{0.1}\text{Mg}_{0.9}\text{Al}_2\text{O}_4$ в количестве 1,0-10,0 мас. % в состав HZSM-5 способствует повышению селективности по п-ксилолу и снижению выхода ксилолов. Оптимальное содержание нанопорошка $\text{Ce}_{0.1}\text{Mg}_{0.9}\text{Al}_2\text{O}_4$, при котором наблюдаются хорошие выходы ксилолов (17,0 мас. %) и высокая селективность по п-ксилолу (75,0%) соответствует 5,0 мас. %.

Установлено, что проявление высокой селективности по п-ксилолу на композиции $\text{Ce}_{0.1}\text{Mg}_{0.9}\text{Al}_2\text{O}_4$ с HZSM-5, обусловлено уменьшением силы брэнстедовских кислотных центров, а также изменением адсорбционно-десорбционных и диффузионных характеристик катализаторов

Таким образом, изучено влияние нанопорошков шпинельной фазы $\text{Ce}_x\text{Mg}_{1-x}\text{Al}_2\text{O}_4$ на физико-химические и каталитические свойства цеолита типа ZSM-5 в превращении метанола в ароматические углеводороды. При введении нанопорошков-модификаторов происходит перераспределение кислотных центров и уменьшение сорбционной емкости образцов, что и обуславливает повышение пара-селективности катализаторов. На HZSM-5, содержащем 5% $\text{Ce}_{0.1}\text{Mg}_{0.9}\text{Al}_2\text{O}_4$, селективность по п-ксилолу достигает до 75,0%.

СИНТЕЗ НАНОРАЗМЕРНЫХ ЧАСТИЦ Cu_2O И $\text{Cu}_2\text{O}/\text{Ag}$ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

В.Е. Недилько, Е.И. Исаева

РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург

viktorija-kashanskaja@rambler.ru

Наноразмерные частицы Cu_2O проявляют фотокаталитические, оптические и антибактериальные свойства [1-3]. Cu_2O является полупроводником р-типа с шириной запрещенной зоны 2-2,2 эВ, поэтому под действием видимого света проявляет фотокаталитические свойства, а также исследуется для осуществления преобразования солнечной энергии в электрическую. Осаждение наночастиц серебра на поверхность Cu_2O позволяет повысить как фотокаталитические свойства частиц Cu_2O , так и антибактериальные. Ранее нами были синтезированы частицы Cu_2O в присутствии различных многоатомных спиртов [3].

В данной работе была разработана методика синтеза наночастиц Cu_2O и Cu_2O -ядро/Ag-оболочка путем фотохимического восстановления из ацетата меди(II) в присутствии глицерина в щелочной среде с последующим добавлением раствора нитрата серебра в диапазоне концентраций от 0,001M до 0,05M и изучена их фотокаталитическая активность.

Полученные частицы были исследованы методами оптической УФ/видимой спектроскопии и рентгено-дифракционного анализа (РДА). По результатам РДА частицы $\text{Cu}_2\text{O}/\text{Ag}$ имеют характерные пики при 2θ , равные 29,71; 36,57; 42,47; 61,57; 73,73°, что отвечает кубической кристаллической структуре куприта по точкам (110), (111), (200), (220) и (311) и пики при 2θ , равном 38,59; 42,58; 61,74 и 77,7°, характерные для серебра по точкам (111), (200), (220) и (222). Других пиков не было обнаружено, что подтверждает состав наночастиц.

Исследование фотокаталитической активности полученных частиц проводили на примере реакции фотокаталитического разложения красителя метилового оранжевого (МО) в водном растворе с концентрацией $2,5 \times 10^{-5}$ моль/л при облучении УФ-светом с длиной волны возбуждения 365 нм. По мере облучения растворов МО, содержащих как частицы Cu_2O , так и гетероструктуры $\text{Cu}_2\text{O}/\text{Ag}$ происходит спад значений оптической плотности с постепенным обесцвечиванием раствора и уменьшением значений оптической плотности, что свидетельствует о фотокаталитическом разложении МО. В работе было установлено, что наибольшую фотокаталитическую активность проявляют гетероструктуры $\text{Cu}_2\text{O}/\text{Ag}$, полученные путём добавления 0,005 – 0,02M растворов нитрата серебра.

Список литературы

1. Ping He, Xinghai Shen, Hong Chen Gao // Journal of Colloid and Interface Science, 2005, Vol.284, p. 510-515
2. Gopalakrishnan K., Ramesh C., Ragunathan V // Journal of nanomaterials and biostructures, 2012, Vol. 7, N.2, p. 833-839.
3. Исаева Е.И., Недилько В.Е., Горбунова В.В., Стожаров В.М. // Журнал общей химии. – 2016. – Т. 86, вып. 1. – С. 154-156.

ВЛИЯНИЕ АЦЕТИЛАЦЕТОНА НА МОРФОЛОГИЮ ЧАСТИЦ BiFeO_3 , СИНТЕЗИРУЕМЫХ В ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

И.В. Ноговицин, О.В. Проскурина

СПБГТИ(ТУ), Санкт-Петербург

ivannogovicin@mail.ru

Актуальность изучения ортоферрита висмута BiFeO_3 обусловлена его магнитными и электрофизическими свойствами и перспективами использования в качестве мультиферроика [1]. Целью данной работы являлось изучение формирования нанокристаллического ортоферрита висмута в гидротермальных условиях в присутствии поверхностно-активного вещества - ацетилацетона.

Методика для проведения синтеза была взята из [2]. Исходные вещества $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ и $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ были растворены в 6М HNO_3 . В качестве осадителя использовался 4М раствор KOH . Обратным осаждением при одновременной ультразвуковой обработке и добавлении различного количества ацетилацетона (АА), от 0,1 до 0,4 масс.%, были получены осадки, которые подвергались гидротермальной обработке при температуре 230°C в течении 4 часов в щелочной среде. После промывки дистиллированной водой до $\text{pH}=7$ проводилась сушка образцов при 50°C .

Для установления фазового состава использовался рентгеновский дифрактометр Shimadzu XRD-7000 (рис.1).

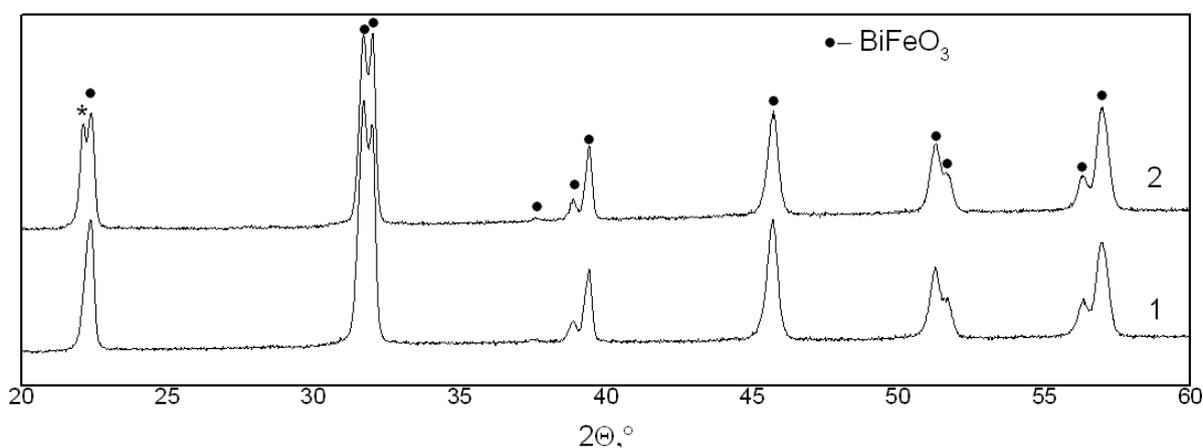


Рис.1 - РФА образцов BiFeO_3 без ацетилацетона (1) [3] и в присутствии 0,4 масс.% ацетилацетона (2)

Результаты РФА показывают, что в присутствии ацетилацетона образуется фаза - BiFeO_3 , однако на дифрактограммах образцов, полученных в присутствии АА, начиная с его концентрации 0,3 масс.%, появляется дополнительный рефлекс ($2\theta = 22,077^\circ$), идентифицировать который пока не удалось.

Морфология образцов была изучена на сканирующем электронном микроскопе FEI Quanta 200 (рис.2).

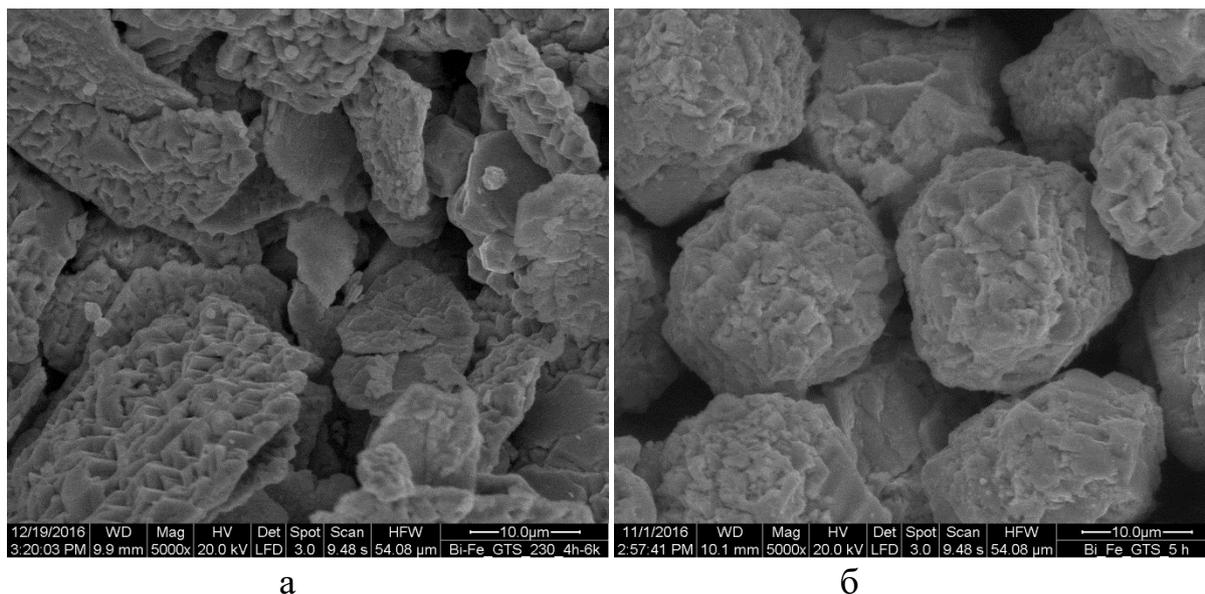


Рис. 2 – Снимки СЭМ образцов BiFeO_3 после гидротермальной обработки в течении 4 часов: а) с АА (0,4 масс.%); б) без АА

По снимкам СЭМ можно увидеть, как присутствие ацетилацетона влияет на морфологию частиц BiFeO_3 , получаемых в гидротермальных условиях. Без ацетилацетона частицы феррита висмута имеют округлую форму диаметром около 20 мкм, в присутствии ацетилацетона частицы получают пластинчатой формы, более гладкие с одной стороны и ребристые с другой стороны различного размера толщиной 1-2 мкм. Причем, такая пластинчатая морфология наблюдается для всех синтезированных образцов, полученных в присутствии ацетилацетона.

Список литературы

1. Морозов М.И., Ломанова Н.А., Гусаров В.В. Особенности реакции образования BiFeO_3 в смеси оксидов висмута и железа (III) // ЖОХ. 2003.Т.73. Вып.7. С. 1110-1116.
2. Basu S., Pal M., Chakravorty D. Magnetic properties of hydrothermally synthesized BiFeO_3 nanoparticles // Journal of Magnetism and Magnetic Materials. 2008. V.320. P.3361-3365.
3. Ноговицин И.В., Проскурина О.В. Формирование нанокристаллического ортоферрита висмута в гидротермальных условиях // Тезисы V Межвуз. конкурса-конф. научных работ студентов (с межд. участием) «Физическая химия – основа новых технологий и материалов» имени А.А. Яковкина. 23 ноября 2016 г. СПб. С.24.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕНОСТЕКЛОЛ В СИСТЕМЕ $K_2O - (Mg,Ca)O - P_2O_5$ В КАЧЕСТВЕ СОРБЕНТОВ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ РАЗЛИВОВ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА НА ПОВЕРХНОСТИ ВОДЫ

В.А. Показанова, Д.О. Собянина, Т.С. Шахпаронова

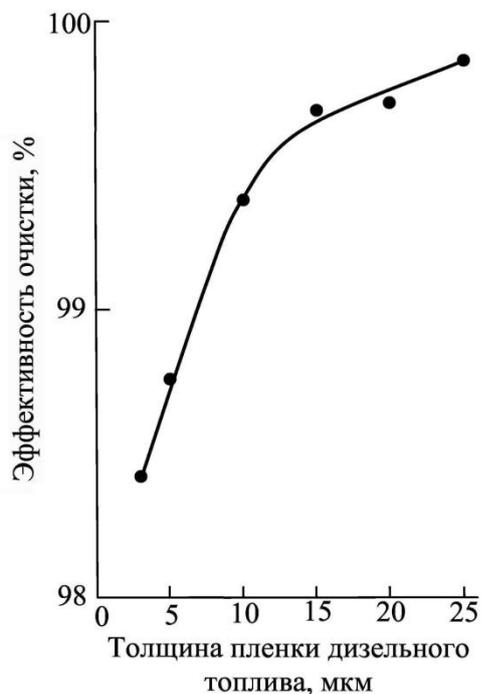
Горный университет, Санкт-Петербург

lera-280214@mail.ru

Целью настоящего исследования являлась оценка эффективности очистки поверхности воды от разливов дизельного топлива. Исследование проводилось в соответствии с ПНД Ф 14.1:2:4.128-98 флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02-3М» ООО Люмэкс.

При проведении исследований использовалось дизельное топливо ULSD 10ppm (Ultra Low Sulphur Diesel) с содержанием серы 10 мг/кг. В качестве сорбента использовано пеностекло, полученное на основе стекла системы $K_2O - (Mg,Ca)O - P_2O_5$, сваренного в ванной стекловаренной печи ООО «Светлана-Маловишерский стекольный завод» по технологии, описанной в работе [1].

Шихта для получения пеностекла содержала (сверх 100 мас. % стекла) 15 % аммония фосфорнокислого двузамещенного по ГОСТ 3772-74, 1 % торфа низкой степени разложения по ГОСТ Р 51213-98 и 22 % воды. «Корка», образующаяся при вспенивании образцов, механически удалялась. Зависимость эффективности очистки поверхности воды от толщины пленки дизельного топлива при использовании монослоя сорбента фракции 3 – 8 мм в течение 10 мин приведена на рис. 1.



Полученные результаты однозначно указывают на целесообразность использования исследованного сорбента при ликвидации разливов дизельного топлива. При этом с увеличением толщины пленки дизельного топлива наблюдается повышение эффективности очистки, хотя в то же время при толщинах более 15 мкм оно менее резкое, что говорит о наличии предела целесообразности использования сорбционных методов очистки.

Рис. 1. Зависимость эффективности очистки водной поверхности от толщины пленки дизельного топлива

Список литературы

1. Коган В.Е., Карапетян К.Г. Поликристаллические и стеклообразные фосфорсодержащие удобрения: Монография. СПб.: ЛЕМА, 2015. 160 с.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФОСФАТНЫХ ПЕНОСТЕКЛОЛ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ РАЗЛИВОВ НЕФТИ НА ПОВЕРХНОСТИ АКВАТОРИЙ

Т.Д. Сергиенко, Д.О. Собянина, Т.С. Шахпаронова

Горный университет, Санкт-Петербург

tanchika@mail.ru

Все увеличивающаяся добыча нефти приводит к увеличению объемов загрязнений экосистемы, которые происходят как в штатных, так и в аварийных ситуациях. Наиболее тяжелые последствия имеют аварийные разливы нефти на поверхности акваторий, при этом наибольшая сложность возникает при решении вопроса удаления с поверхности воды тонких пленок. В этой ситуации в подавляющем большинстве случаев используются нефтесорбенты.

Авторы работы [1], говоря о существующих нефтесорбентах, отмечают, что предлагаемый продукт не всегда соответствует его характеристике. Наиболее четко данный факт подтверждается в работе [2], авторы которой подробно рассматривают некоторые рекламные иллюзии и реальные перспективы применения существующих нефтесорбентов. Ими, в частности, отмечается, что одной из рекламных хитростей является указание производителями нефтеемкости в статическом режиме, когда ее величина максимальна, но не в динамическом (в реальных условиях).

Изучаемые нами нефтесорбенты на основе фосфатных стекол являются крайне привлекательными, так как для них заведомо решен вопрос регенерации. Дело в том, что эти составы стекол уже нашли широкое применение в качестве минеральных удобрений пролонгированного действия и как основа получения эффективных биосорбентов [3]. Исходя из сказанного отработанный нефтесорбент может быть высыпан на грунт с последующим нанесением на него ассоциаций штаммов – деструкторов углеводов. После этого материал можно использовать вновь в качестве нефтесорбента или в качестве минерального удобрения.

Не желая заниматься рекламными иллюзиями, мы изучили нефтеемкость рассматриваемых сорбентов в динамическом режиме, т.е. провели оценку эффективности очистки поверхности воды от разливов нефти. Исследование проводилось в соответствии с ПНД Ф 14.1:2:4.128-98 флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02-3М» ООО Люмэкс.

При проведении исследований использовалась нефть REBCO (Russian Export Blend Crude Oil) 2.2э.1.1 ГОСТ Р-51858 – сорт российской экспортной нефтяной смеси, формируемой в системе трубопроводов «Транснефть» путем смешивания тяжелой высокосернистой нефти Урало-Поволжья и малосернистой нефти Западной Сибири, соответствующей по своим характеристикам марке Urals, и вывозимой за пределы Российской Федерации через морские порты Приморск и Усть-Луга.

Нефтесорбент был получен на основе фосфатного стекла, сваренного в ванной стекловаренной печи ООО «Светлана-Маловишерский стекольный завод» по технологии, описанной в работе [3].

С полученного пеностекла удалялась поверхностная «корка», образующаяся в результате недостаточного давления, оказываемого газами в процессе вспенивания.

Зависимость эффективности очистки поверхности воды от толщины пленки нефти при использовании монослоя сорбента фракции 3 – 8 мм в течение 10 мин (времени, при котором достигнуто максимальное нефтепоглощение в статическом режиме) приведена на рис. 1.

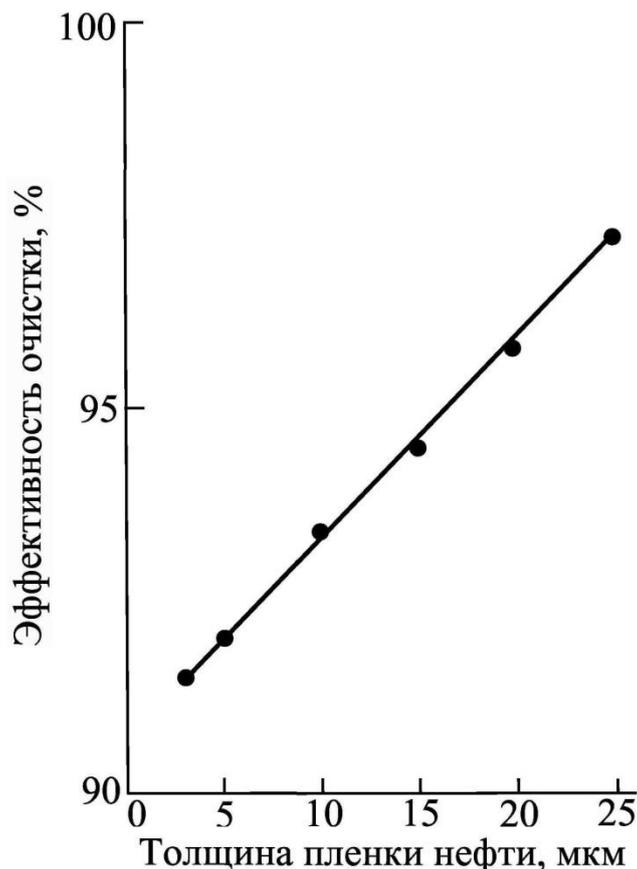


Рис. 1. Зависимость эффективности очистки водной поверхности от толщины пленки нефти

Как видно из рис. 1, с увеличением толщины пленки нефти на поверхности воды наблюдается линейный рост эффективности очистки, что говорит в пользу целесообразности использования рассмотренного нефтесорбента и при больших толщинах пленки.

Список литературы

1. Каменщиков Ф.А., Богомольный Е.И. Нефтяные сорбенты. М. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика». 2005. 268 с.
2. Гридин, О.М., Аренс В.Ж. Нефтегазовая вертикаль. № 9. 2000. С. 28 – 32.
3. Коган В.Е., Карапетян К.Г. Поликристаллические и стеклообразные фосфорсодержащие удобрения: Монография. СПб.: ЛЕМА, 2015. 160 с.

ВЛИЯНИЕ ВОДЫ И ТЕМПЕРАТУРЫ СИНТЕЗА НА КИНЕТИКУ ПОГЛОЩЕНИЯ НЕФТИ И ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА СОРБЕНТАМИ НА ОСНОВЕ ПЕНОПОЛИУРЕТАНА

С.А. Тенизбаева, В.А. Черняев, В.Е. Коган

Горный университет, Санкт-Петербург

nika_19.05.97@mail.ru

Нефть и нефтепродукты – это одни из самых вредных загрязнителей окружающей среды. Наиболее тяжелые последствия имеют аварийные разливы нефти на поверхности акваторий. Толстые пленки нефти и нефтепродуктов обычно удаляют с поверхности акваторий механическими методами, которые неприемлемы для удаления тонких пленок. В этом случае первостепенная роль принадлежит сорбционному методу.

Перспективными следует считать исследования, направленные на разработку нефтесорбентов на основе пенополиуретанов (ППУ) [1]. В пользу этого говорит и опыт использования ППУ для концентрирования на них микроэлементов с целью их последующего аналитического определения [2].

Настоящее исследование было направлено на синтез ППУ из компонентов А и Б при сочетании физического и химического методов вспенивания. Такой процесс получения ППУ значительно более сложный, чем его получение при использовании только физического метода вспенивания.

Исследование температурной зависимости кажущейся скорости реакции получения ППУ при содержании в реакционной смеси воды (сверх 100 % по объему) 2,50 – 6,25 % показало наличие низкотемпературной кинетической области и высокотемпературной диффузионной области.

В случае ППУ, синтезированных при сочетании физического и химического методов вспенивания, характер кинетических кривых поглощения нефти и дизельного топлива является функцией как температуры синтеза, так и содержания воды в реакционной смеси.

Анализ полученных результатов говорит о наличии ряда закономерностей. Рассмотрим их более детально на примере образцов ППУ, синтезированных при температуре 70 °С (рис. 1), при которой в полной мере достигается реализация всех возможных химических взаимодействий.

Сравнение электронного снимка образца ППУ, синтезированного при 70 °С с использованием только физического метода вспенивания, с электронными снимками образцов ППУ, синтезированных при 70 °С из реакционных смесей с содержанием воды (сверх 100 % по объему) 2,50 % и 3,75 %, указывает на увеличение доли закрытых пор. Отмеченное, наиболее вероятно, обусловлено тем, что в результате достаточной подвижности реагентов при температуре 70 °С происходят взаимодействия, приводящие к образованию биурета и аллофаната, способствующих добавочному поперечному связыванию полимера, а следовательно, и увеличению доли закрытых пор в ППУ.

Дальнейшее увеличение содержание воды (сверх 100 % по объему) в реакционной смеси до 5,00 % приводит к резкому понижению доли закрытых

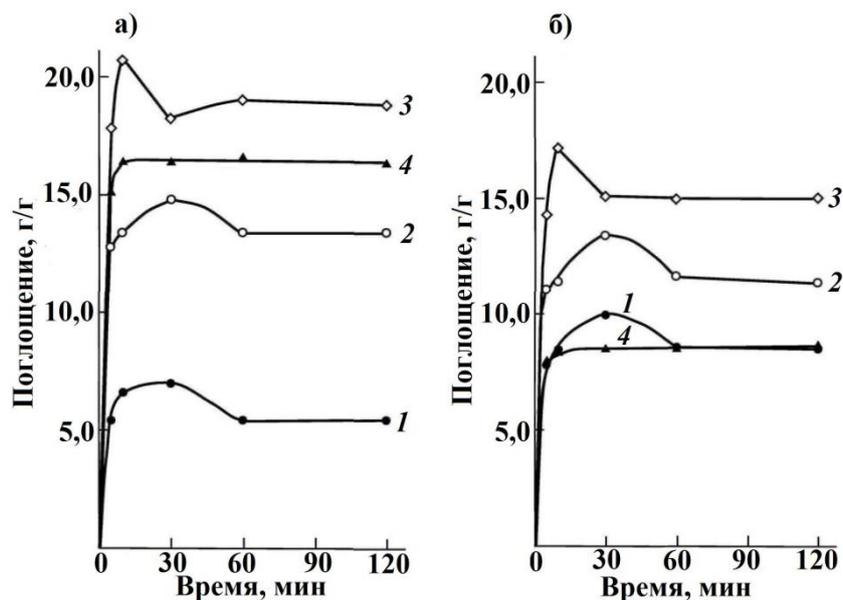


Рис. 1. Кинетика поглощения нефти (а) и дизельного топлива (б) сорбентами из ППУ фракции 3 – 8 мм, синтезированными при 70 °С при сочетании физического и химического методов вспенивания. Содержание воды в реакционной смеси (сверх 100 % по объему):

1 – 2,50 %, 2 – 3,75 %, 3 – 5,00 %, 4 – 6,25 %

пор в образцах ППУ, что обусловлено, в частности, увеличением объема получаемого вспенивателя (диоксида углерода). В то же время следует подчеркнуть, что объем закрытых пор еще достаточен для выполнения необходимого и достаточного условия наличия максимума на кинетических кривых поглощения нефти и дизельного топлива (рис. 1, кривые 3). Смещение максимума на 10 мин, вероятно, указывает, что данное количество воды является наибольшим, при котором возможно его наличие.

При содержании воды в реакционной смеси (сверх 100 % по объему) 6,25 % структура синтезированного при 70 °С образца ППУ является преимущественно открыто-ячеистой. Данный факт обусловлен как дальнейшим увеличением объема получаемого вспенивателя (диоксида углерода), так и практически равной нулю скоростью столкновения концов полимерных цепей в период завершения пенообразования. В результате второго фактора взаимодействие концевых изоцианатных групп с водой становится преобладающим. Некоторое их количество превращается в концевые аминогруппы, которые из-за большой инертности полимерных цепей не могут прореагировать с изоцианатными группами. Отмеченное способствует переходу от закрыто-ячеистой к открыто-ячеистой структуре.

Список литературы

1. Kogan V.E., Zgonnik P.V., Kovina D.O., Chernyaev V.A. Foam glass and polymer materials: effective oil sorbents. *Glass and Ceramics*. 2014.V. 70, N 11 – 12. P. 425 – 428.
2. Дмитриенко С.Г., Апяри В.В. Пенополиуретаны: Сорбционные свойства и применение в химическом анализе. М.: КРАСАНД, 2010. 264 с.

КИНЕТИКА ПОГЛОЩЕНИЯ НЕФТИ И ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА СОРБЕНТАМИ НА ОСНОВЕ ФОСФОРСОДЕРЖАЩИХ СТЕКОЛ

Д.А. Терентьева, Д.О. Собянина, Т.С. Шахпаронова

Горный университет, Санкт-Петербург

terentieva-dasha@mail.ru

Несмотря на большое количество работ, посвященных разработке нефтесорбентов, вопрос ликвидации загрязнений нефтью и нефтепродуктами по сегодняшний день нельзя считать решенным. Одной из причин отмеченного является неиспользование всего широкого ассортимента материалов для получения нефтесорбентов. К наиболее неизученным в рассматриваемом аспекте материалам относятся пеностекла – уникальный, состоящий на 100 % из стеклянных ячеек, материал, созданный в 30-е гг. прошлого столетия в СССР (МХТИ им. Д.И. Менделеева) и в начале 40-х гг. в США (фирма Corning Glass Works). Это звучит несколько парадоксально, так как первоначально предполагалось использовать пеностекла в качестве плавающего материала, а плавучесть является одним из необходимых показателей нефтесорбентов.

Впервые исследование кинетики нефтепоглощения пеностеклами было выполнено нами на примере промышленных пеностекол производства ООО «Гомельстекло», что нашло отражение в работе [1]. Был установлен специфический характер кинетики поглощения нефти пеностеклами, выражающийся в наличии максимума на кинетических кривых нефтепоглощения в начальный период времени, обусловленного особенностями стеклообразного состояния. Предложенный нами механизм сорбции позднее нашел экспериментальное подтверждение при исследовании полученных пеностекол в системе $K_2O - (Mg, Ca)O - P_2O_5$ [2]. Позитивные результаты, а именно пеностекла, характеризующиеся практической непотопляемостью, удалось достигнуть только путем дополнительного введения в шихту (помимо основного вспенивателя – гидроортофосфата аммония) специальных разработанных нами рецептур органических соединений. Данный факт приводил к ряду негативных моментов: увеличению себестоимости продукции, ухудшению экологии производства и социальным сложностям при промышленном производстве, связанным с использованием в рецептуре спиртов.

Настоящее исследование отражает результаты оптимизации рецептурно-технологических параметров получения нефтесорбентов на основе стекла состава удобрения АВА [3]. Для проведения исследований на ООО «Светлана-Маловишерский стекольный завод» было сварено соответствующее стекло по методике, описанной в работе [3]. Для получения из него пеностекла (нефтесорбента) стекло подвергали дроблению до фракции < 100 мкм. Специально разработанные рецептуры органических соединений были заменены на выгорающую добавку – торф низкой степени разложения по ГОСТ Р 51213-98. Позитивные результаты

были получены при использовании торфа в количествах 1 – 4 г на 100 г стекла. При использовании торфа в количестве < 1 г на 100 г стекла получаемые пеностекла характеризовались крупными и неравномерно распределенными по объему образца порами, а использование торфа в количестве > 4 г на 100 г стекла приводило к понижению плавучести образцов.

Все полученные сорбенты практически непотопляемы. Явления десорбции при извлечении образцов как из нефти, так и из дизельного топлива не наблюдалось. Кривые поглощения как нефти [использована нефть REBCO (Russian Export Blend Crude Oil)] (рис. 1 а), так и дизельного топлива [использовано дизельное топливо ULSD 10ppm (Ultra Low Sulphur Diesel) с содержанием серы 10 мг/кг] (рис. 1 б) характеризуются наличием максимумов при времени выдержки в дизельном топливе 5 мин и в нефти – 10 мин. Абсолютные значения поглощения меньше в случае дизельного топлива, что обусловлено его более низкими плотностью и кинематической вязкостью ($837,8 \text{ кг/м}^3$ и $4,1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$), чем у нефти ($863,3 \text{ кг/м}^3$ и $25,0 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$) при $20 \text{ }^\circ\text{C}$.

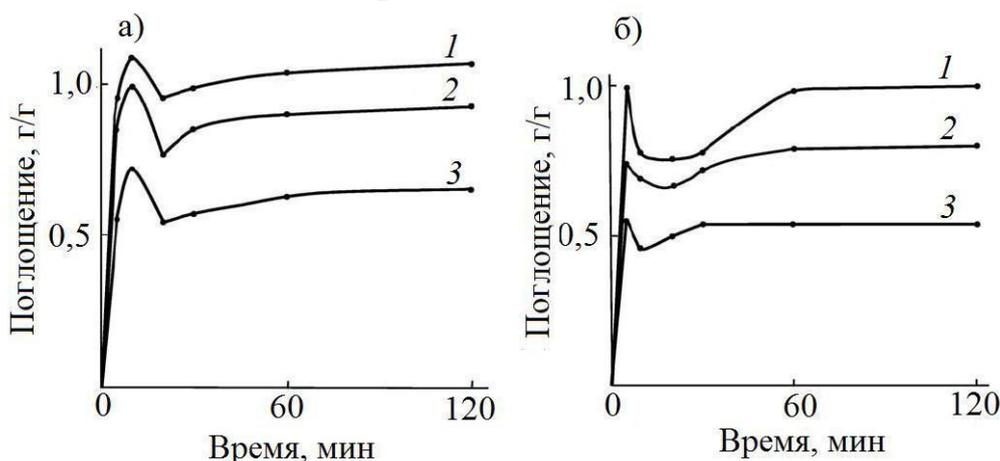


Рис. 1. Кинетика поглощения нефти (а) и дизельного топлива (б) сорбентами, полученными при использовании торфа:
 1 – 1 г на 100 г стекла; 2 – 2 г на 100 г стекла;
 3 – 4 г на 100 г стекла

Разработанные нами рецептурно-технологические параметры получения нефтесорбентов помимо решения вопроса ликвидации негативных моментов, указанных выше относительно нефтесорбентов, рассмотренных в работе [2], способствовали и повышению нефтепоглощения на $0,28 \text{ г/г}$.

Список литературы

1. Коган В.Е., Згонник П.В., Ковина Д.О. Теория и практика современной науки: материалы IX Международной научно-практической конференции, г. Москва, 26 – 27 марта 2013 г. М.: Спецкнига, 2013. С. 36 – 41.
2. Коган В.Е., Згонник П.В., Шахпаронова Т.С., Ковина Д.О. Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук: Ежемесячный научный журнал. №04(63), Часть I. 2014. С. 33 – 36.
3. Коган В.Е., Карапетян К.Г. Поликристаллические и стеклообразные фосфорсодержащие удобрения: Монография. СПб.: ЛЕМА, 2015. 160 с.

ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ ФЕНОЛА В ВОДНОЙ СРЕДЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАНОРАЗМЕРНЫХ ЧАСТИЦ ОКСИДА ЦИНКА

Д.А. Улесова, И.М. Соснин, В.С. Писарева, А.А. Викарчук, А.Е. Романов

ТГУ, Тольятти

ulesovadiana@mail.ru

Проблема очистки производственных стоков от растворенных в воде органических веществ является актуальной на сегодняшний день. Содержание токсичных веществ в сточных водах нефтеперерабатывающих предприятий превышает ПДК (0,001 мг/л [1]), из которых особо опасным является фенол. Технологии очистки сточных вод не позволяют снизить концентрацию фенола до установленных норм. Поэтому современные исследования направлены на создание технологии доочистки. Один из подходов к решению данной задачи предполагает фотокаталитическое разложение органических веществ до углекислого газа и воды, в результате чего в сточных водах не остается побочных продуктов. Процесс обладает высокой эффективностью и низкой себестоимостью.

Синтез наночастиц осуществляли гидротермальным методом. Фотокаталитические свойства полученных частиц изучены на примере реакции разложения фенола. Изменение концентрации фенола в воде регистрировали при помощи спектрофлуориметра Shimadzu RF-6000. Для определения фотокаталитической активности наночастицы диспергировали в водном растворе фенола. Фотокатализ проводили в реакторе с постоянным перемешиванием.

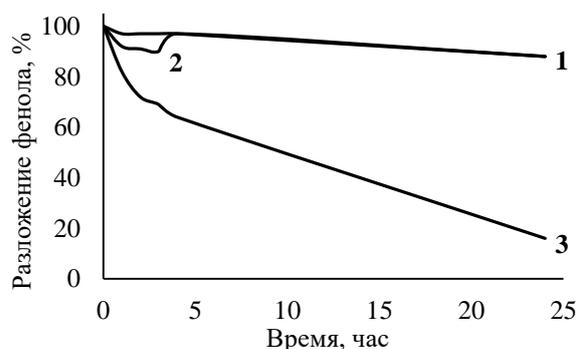


Рисунок 1. Кинетические кривые разложения раствора фенола в присутствии:

- 1 –микронных частиц ZnO,
2 –холостой пробы, 3 –наночастиц ZnO

Данные фотокаталитической активности наночастиц под действием видимого света сопоставлялись с данными для микронного порошка ZnO и холостой пробы. Остаточная концентрация фенола после фотокатализа не превысила предельно допустимое значение. На рисунке 1 представлены кинетические кривые изменения концентрации фенола.

Полученные фотокатализаторы на основе оксида цинка обладают высокой активностью при разложении фенола.

Список литературы

1. ГН 2.1.5.1315-03 с изменениями ГН 2.1.5.2280-07 и СанПиН 2.1.5.980-00.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Министерства образования и науки Российской Федерации, постановление №220, ВФБОУ ПВО "Тольяттинский государственный университет", договор №В25.31.001.

СИНТЕЗ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЦИНКА С 3,3',4',5,7-ПЕНТАГИДРОКСИФЛАВОНОМ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ СТРУКТУРЫ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

Д.А. Улесова, В.С. Писарева

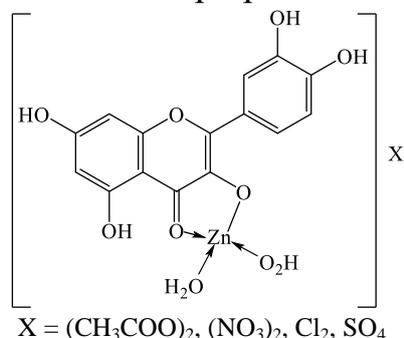
ТГУ, Гольятти

ulesovadiana@mail.ru

Металлокомплексы флавоноидов привлекли внимание ученых благодаря своей уникальной фармакологической активности по сравнению с активностью исходных флавоноидов, что позволяет использовать в дальнейшем эти соединения для разработки новых малотоксичных, высокоэффективных лекарственных средств[1]. В настоящее время пристальное внимание уделяется исследованию структурных фрагментов флавоноида, которые принимают участие в образовании координационной связи.

В рамках данной работы на основании реакции комплексообразования между 3,3',4',5,7 – пентагидроксифлавоном и цинксодержащими солями при различных показателях pH 6÷9 и исходного мольного соотношения лиганд:металл от 1:1 до 1:2 выполнен синтез ранее не описанных комплексных соединений. Полученные металлокомплексы представляют собой кристаллические порошки от оливкового до зеленовато-коричневого цвета, растворимые в диметилсульфоксиде.

Установлено, что протекание реакции комплексообразования возможно при $\text{pH} \geq 6$. Наибольший выход продукта наблюдается при pH 8.



Выявлено, что исходное мольное соотношение лиганд:металл не влияет на стехиометрический состав образующихся комплексов.

Методами УФ-vis, ESI, ИК, ЯМР ¹H-спектроскопии для комплексных соединений установлены сайт связывания с металлом 4-C=O и 3-O- и стехиометрическое соотношение лиганд:металл 1:1.

Изучены флуоресцентные свойства полученных соединений. Цинковые комплексы 3,3',4',5,7 – пентагидроксифлавона характеризуются зеленой флуоресценцией. Полученные данные помогут идентифицировать комплексные соединения в ходе биологических и медицинских исследований. Кроме того, они могут найти широкое применение в качестве красителей для визуального распознавания клеточных мембран биологической системы.

Использование современных аналитических методов анализа обеспечивает достоверность полученных результатов.

Список литературы

1. Решетников В.Н. Производство фитопрепаратов - важная задача науки и производства/ В.Н. Решетников // Труды БГУ. - 2010. - Т. 5.

ФОРМИРОВАНИЕ ПЛАСТИНЧАТЫХ ЧАСТИЦ ГИДРОГЕРМАНАТА НИКЕЛЯ В УСЛОВИЯХ ГИДРОТЕРМАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ

Е.К. Храпова

СПбГЭТУ «ЛЭТИ», Санкт-Петербург

nvsbkate@gmail.com

Слоистые гидросиликатные частицы представляют собой широкий класс соединений, который включает в себя как пластинчатые, так и тубулярные формы. Исследовательский интерес представляет получение новых химических соединений с аналогичной структурой, но отличным составом, что открывает новые возможности для применения таких частиц.

В данной работе изучалась система $\text{Ni}(\text{OH})_2\text{-GeO}_2\text{-H}_2\text{O}$ с мольным соотношением $\text{Ni/Ge} = 1, 1.5, 2$ в условиях гидротермальной обработки (ГТО). Планировалось получить структуры аналогичных пластинчатых и тубулярных систем соответственно: каолинит/галлуазит, лизардит/хризотил, имоголит. Исходные составы готовились путем механического смешения кристаллических GeO_2 и $\text{Ni}(\text{OH})_2$ в заданных пропорциях. ГТО смесей проводилась в воде и водных растворах NaOH и HCl .

Фазовый состав продуктов ГТО идентичен во всех гидротермальных средах, а частицы имеют пластинчатую форму и приблизительно одинаковые размеры – длина ребра 500 нм, ширина около 40 нм.

Гидротермальная среда влияет на фазовый состав продуктов при соотношении $\text{Ni/Ge} = 1$. Так, при обработке в воде и 0.001 М растворе HCl образуются две фазы, структурно подобные лизардиту [1] и тальку. При проведении ГТО в 0.1 М растворе NaOH происходит разложение талькоподобной фазы, и наблюдается лишь одна фаза – слабокристаллизованная лизардитоподобная. При увеличении мольного соотношения $\text{Ni/Ge} = 1.5$ формируется хорошо окристаллизованная фаза слоистого гидрогерманата никеля, структурно подобная лизардиту. При соотношении $\text{Ni/Ge} = 2$ помимо лизардитоподобной фазы наблюдается еще одна, представляющая собой $\text{Ni}(\text{OH})_2$, что связано с избытком данного компонента в исходной смеси. Гидротермальная обработка в щелочной среде способствует увеличению растворимости GeO_2 , в то время как кислая среда способствует разложению $\text{Ni}(\text{OH})_2$. В ряде случаев это влияет на мольное соотношение Ni/Ge .

Список литературы

1. Roy D. M., Roy R. // Am. Mineral. 1954. V. 53. N 11–12. P. 957–975.

ФОРМИРОВАНИЕ НАНОРАЗМЕРНЫХ ЧАСТИЦ НА ОСНОВЕ ФЕРРИТОВ ГЛИЦИН-НИТРАТНЫМ МЕТОДОМ

В.В. Цепкова

СПбГТИ(ТУ), Санкт-Петербург

zaja_tem@bk.ru

Микрокристаллические ферриты составляют основу используемых в настоящее время сред для магнитной записи и хранения информации. Для повышения плотности записи информации необходимо получить порошки, содержащие наноразмерные частицы ферритов, и на их основе известными методами приготовить ленты, флоппи-диски и т.п.

В данной работе синтезировались феррит магния и феррит кобальта глицин-нитратным методом. Для этого раствор нитрата магния (II), нитрата железа (III) и глицина ($\text{CH}_2\text{NH}_2\text{COOH}$) нагревали до практически полного испарения воды, что приводило к его самовоспламенению. Аналогично происходило получение феррита кобальта: раствор нитрата кобальта(II), железа (III) и глицина ($\text{CH}_2\text{NH}_2\text{COOH}$) смешивали в стехиометрическом соотношении и нагревали до испарения воды, а далее инициировалась реакция самовоспламенения.

Полученные таким образом образцы были проанализированы с помощью рентгенофазового анализа, результаты которого приведены на рисунке 1.

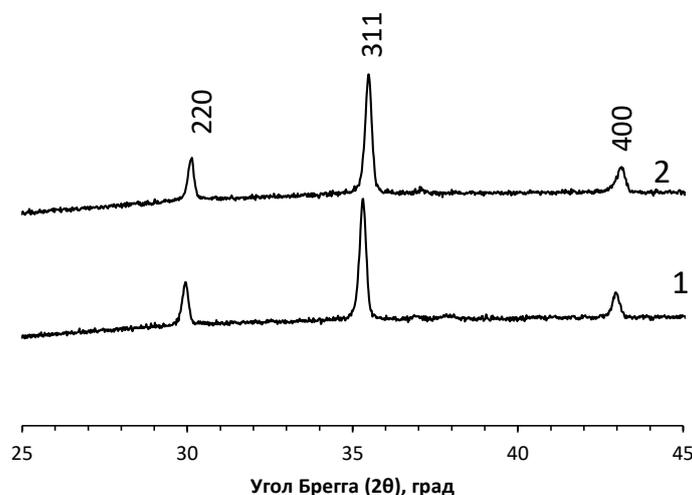


Рисунок 1 – Рентгеновская дифрактограмма CoFe_2O_4 (1) и MgFe_2O_4 (2).

В результате глицин-нитратного синтеза были получены стехиометрические шпинели наноразмерного феррита магния и феррита кобальта со средним размером частиц – у феррита магния 50 нм, феррита кобальта 28 нм. Фазовый состав полученных образцов отвечает равновесному, а также отсутствуют фазовые превращения.

СИНТЕЗ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ОРТОФЕРРИТА ГАДОЛИНИЯ

М.С. Шилоп, С.А. Кириллова

СПбГЭТУ «ЛЭТИ», Санкт-Петербург

stella.misha@icloud.com

Получение нанокристаллических перовскитоподобных ортоферритов редкоземельных элементов, а также твердых растворов и композиционных материалов на их основе, в настоящее время является одним из наиболее интенсивно развивающихся направлений исследований наук о материалах. Интерес к указанному классу неорганических веществ во многом связан с возможностью практического применения присущих ортоферритам редкоземельных элементов практически важных свойств в области хранения данных, газовых сенсоров, топливных ячеек, фотокатализаторов и др.

Предметом исследования работы являются материалы на основе системы $GdFeO_3-CaZrO_3$. Для синтеза материалов на основе ортоферрита гадолия предложено использовать метод совместного осаждения с последующей гидротермальной обработкой и метод горения растворов. В связи с этим представляет интерес характер влияния параметров гидротермальной обработки (рН, введения минерализаторов, температуры и продолжительности изотермической выдержки) на физико-химические свойства (фазовый состав, морфологию, дисперсность) образующихся кристаллических частиц $GdFeO_3$ и возможность получения композиционных материалов, где в качестве матрицы будет выступать $CaZrO_3$. При получении композитов в системе $CaO-ZrO_2-Fe_2O_3-Gd_2O_3$ в условиях горения реакционных сред важно оценить возможность получения материалов именно на основе $GdFeO_3, CaZrO_3$. Особый интерес при проведении исследований в этом направлении представляют термохимические аспекты синтеза и поведения рассматриваемых материалов при эксплуатации.

Качественный и количественный элементный анализ проб осуществляли методом рентгенофлуоресцентного анализа, фазовый состав образцов контролировали методом рентгенофазового анализа. Идентификация пиков на дифрактограмме проводилась с помощью программного комплекса PDWin 4.0 и пакета Crystallographica Search-Match. На основании полученных рентгеновских дифрактограмм порошков были рассчитаны средние размеры кристаллитов (областей когерентного рассеяния). В работе приводятся данные о фазообразовании в системе $CaO-ZrO_2-Fe_2O_3-Gd_2O_3$ в гидротермальных условиях и в условиях горения реакционных сред. Особое внимание уделено синтезу наночастиц $GdFeO_3$. Изучен характер влияния параметров гидротермальной обработки на фазовый состав, морфологию, дисперсность образующихся частиц $GdFeO_3$. Осуществлен синтез нанокompозитов на основе указанной системы.

СЕКЦИЯ 3

АНАЛИТИЧЕСКАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

КИНЕТИКА СОРБЦИИ ИОНОВ МЕТАЛЛОВ СУЛЬФОЭТИЛИРОВАННЫМ ПОЛИАМИНОСТИРОЛОМ ПРИ СОВМЕСТНОМ ПРИСУТСТВИИ В РАСТВОРЕ

Л.М. Алифханова¹, А.А. Марчук¹, Ю.С. Петрова¹, Л.К. Неудачина¹, А.В. Пестов^{1,2}

¹Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина,

²Институт органического синтеза УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия

alifkhanova@rambler.ru

Скорость достижения равновесия при сорбции ионов металлов из растворов, наряду с сорбционной емкостью и селективностью извлечения сорбата, является важной характеристикой комплексообразующих сорбентов и имеет как практическое, так и теоретическое значение.

Целью данной работы являлось изучение кинетики сорбции ионов переходных и щелочноземельных металлов при совместном присутствии в растворе сорбентами на основе полиаминостирола с различной степенью сульфозетилирования (СЭПАС), равными 0.5 и 0.7, в аммиачно-ацетатном буферном растворе.

Сорбенты получены в лаборатории органических материалов Института органического синтеза УрО РАН путем полимераналогичных превращений полистирола. Синтез и идентификация СЭПАС описаны в [1]. Ранее установлено [1], что исследуемые материалы являются селективными по отношению к ионам меди(II) и серебра(I) в аммиачно-ацетатном буферном растворе в присутствии ряда переходных и щелочноземельных ионов металлов.

Зависимость сорбции ионов меди(II), кадмия(II), никеля(II), кобальта(II), цинка(II), серебра(I), кальция(II), стронция(II), магния(II), бария(II) от времени при совместном присутствии в растворе изучали методом ограниченного объема с использованием аммиачно-ацетатного буферного раствора при рН 6.0. Содержание ионов металлов в растворах до и после сорбции определяли методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой на спектрометре iCAP 6500.

Установлено, что в аммиачно-ацетатном буферном растворе при данном значении рН преимущественно сорбируются ионы меди(II) и серебра (I). Степень извлечения остальных ионов металлов незначительна. Показано, что равновесие в системе «раствор солей металлов – сорбент» устанавливается в течение 5 мин.

Проведена математическая обработка полученных кинетических кривых сорбции меди (II) и серебра (I) СЭПАС моделями диффузионной и химической кинетики. Определены константы скорости сорбции, выявлены модели, наилучшим образом описывающие кинетические зависимости сорбции.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-33-00110 мол_а.

Список литературы

1. Петрова Ю.С., Алифханова Л.М.к. и др. // ЖПХ. 2016. Т. 89. Вып. 9. С. 1211-1216.

АДСОРБЦИЯ ИОНОВ МЕДИ (II) И НИКЕЛЯ (II) НА ПОЛИАНИЛИНЕ

И.А. Астахов

ТвГУ, Тверь

mr.mr.astahov@mail.ru

Полианилин в составе своей молекулы имеет имино- и аминокгруппы, которые могут быть координированы ионами металлов. Так как полианилин обладает особыми свойствами, было бы интересно оценить его способность к адсорбции ионов. В связи с этим, целью настоящей работы было изучение адсорбционной способности полианилина в отношении ионов Cu^{2+} и Ni^{2+} , которые являются основой мельхиоровых сплавов.

Так как полианилин содержит одновременно иминохиноидные и фенилендиаминные группировки, очевидно, что их соотношение будет влиять на адсорбционную способность полимера.

Синтез полианилина осуществляли методом окислительной поликонденсации. В качестве исходного материала использовали анилин солянокислый, в качестве окислителя - персульфат калия; синтез проводили в 1М HCl. При этих условиях соотношение иминохиноидных и фенилендиаминных групп примерно равно. Полученный полианилин промыли до нейтральной среды и использовали для изучения адсорбции.

Адсорбцию проводили в статическом режиме, время экспозиции составило 60 минут, pH среды варьировали от pH=1 до pH=10 [1]. Чтобы проследить динамику адсорбции ионов из раствора, проводили отбор пробы, в которой определялась концентрация изучаемого катиона методом комплексонометрического титрования. Было установлено, что динамическое равновесие для ионов Cu^{2+} и Ni^{2+} достигается через 5 минут.

На наш взгляд, наиболее вероятным механизмом адсорбции будет координация иона металла атомами азота. В связи с тем, что азот входит как в имино-, так и фенилендиаминную группировки, вопрос о преимуществе требует дополнительного изучения.

Выявленная максимальная адсорбция для ионов Cu^{2+} в кислой среде составила 0,27 мг/г, а в щелочной – 0,28 мг/г; для ионов Ni^{2+} в кислой среде составила 0,23 мг/г, а в щелочной – 0,33 мг/г.

Также был исследован процесс десорбции катионов Cu^{2+} и Ni^{2+} . Установлено, что в сильноокислой среде десорбция ионов Cu^{2+} составляет 46 %, а десорбция ионов Ni^{2+} - 93 %.

Из выше сказанного следует, что полианилин имеет достаточную адсорбционную емкость, а простота синтеза, делает возможным применение полианилина как адсорбента для катионов Cu^{2+} и Ni^{2+} .

Список литературы

1. Рябченко Е.В., Яновская Э.С., Тертых В.А., Кичкирук О.Ю. // Журн. неорганич. химии. 2013. Т. 58. № 3. С. 413-419.

АДСОРБЦИЯ ИОНОВ МЕДИ (II) И ЦИНКА (II) НА ПОЛИАНИЛИНЕ

А.С. Астахова

ТвГУ, Тверь

jakimenkoanyuta@yandex.ru

Полианилин в составе своей молекулы имеет имино- и аминокгруппы, которые потенциально могут быть координированы ионами металлов. Поскольку полианилин обладает рядом уникальных качеств, интересно было бы оценить способность этого полимера к адсорбции различных ионов. Поэтому целью настоящей работы было изучение адсорбционной способности полианилина в отношении ионов Cu^{2+} и Zn^{2+} , которые являются основой бронзовых и латунных сплавов.

Известно, что полианилин содержит одновременно иминохиноидные и фенилендиаминные группировки, соотношение которых будет влиять на адсорбционную способность полианилина.

Синтез полианилина осуществляли методом окислительной поликонденсации. В качестве исходного материала использовали анилин солянокислый, в качестве окислителя – персульфат калия; синтез проводили в 1М HCl. При этих условиях соотношение иминохиноидных и фенилендиаминных групп примерно равно. После промывки до нейтральной среды полианилин использовали для изучения адсорбции.

Адсорбцию проводили в статическом режиме, время экспозиции составило 60 минут, pH среды варьировали от pH=1 до pH=10 [1]. Чтобы проследить динамику адсорбции из раствора, отбирались пробы, в которой определялась концентрация катиона методом комплексометрического титрования. Было выяснено, что динамическое равновесие для ионов Cu^{2+} достигается через 5 минут, а для ионов Zn^{2+} – через 10 минут. Наибольшая адсорбция для ионов Cu^{2+} в кислой среде составила 0,27 мг/г, а в щелочной – 0,28 мг/г; для ионов Zn^{2+} в кислой среде – 0,26 мг/г, а в щелочной – 0,36 мг/г.

Предполагаемый механизм адсорбции заключается в координации иона металла атомами азота. Поскольку азот входит как в имино-, так и в аминокгруппу, вопрос о преимущественной координации иона металла с той или иной группой требует дополнительного изучения.

Также был исследован процесс десорбции катионов Cu^{2+} и Zn^{2+} . Было выяснено, что в сильноокислой среде десорбция ионов Cu^{2+} составляет 46 %, а десорбция ионов Zn^{2+} - 12 %.

Учитывая легкость синтеза и достаточную адсорбционную емкость, на наш взгляд, полианилин может найти применение как адсорбент для катионов Cu^{2+} и Zn^{2+} .

Список литературы

1. Рябченко Е.В., Яновская Э.С., Тертых В.А., Кичкирук О.Ю. // Журн. неорганич. химии. 2013. Т. 58. № 3. С. 413-419.

РАЦИОНАЛЬНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ТОПЛИВНЫХ СТАНДАРТОВ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

А.В. Атларова, О.Г. Роговая

РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург

a.v.atlarova@gmail.com

С 1 января 2016 года Российская Федерация перешла на полную реализацию топлива, соответствующего нормативам Евро-5, ориентируясь на положительный опыт Евросоюза, экологические директивы которого полностью доказали свою эффективность для защиты окружающей среды.

Целью исследования является оценка рациональности внедрения спецификации «Евро» на топливо, реализуемое на территории России.

Исходя из данных доклада об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2015 году [1], видно, что суммарные выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от автотранспорта в 2015 году по сравнению с предыдущим годом не уменьшились, несмотря на то, что большая часть местных АЗС уже реализовывала топливо, удовлетворяющее стандарту «Евро5». Это является следствием устаревшего автопарка страны [2], для которого двигатель «Евро5» является скорее исключением, чем правилом.

В ходе проведённого исследования состава отработанных газов дизельных двигателей с помощью индикаторных трубок (отбор проб производился при запуске двигателя и по истечению 20 минут работы) были получены данные о массовой концентрации оксида углерода (II) и углеводородов нефти. Дизельное топливо, используемое в обследованных двигателях, произведено в соответствии с:

1. ГОСТ Р 52368-2005 **вид I** (ДТ-Л-К5)
2. ГОСТ Р 52368-2005 **вид III** (ДТ-Л-К5)

Дизельное топливо ДТ-Л-К5 отличается от ДТ-Л-К3 по следующим параметрам [3]:

1. Содержание серы в топливе меньше в 35 раз.
2. Содержание СО в отработавших газах меньше на 0,140 мг/м³.
3. Содержание NO_x в отработавших газах меньше на 0,320 мг/м³.
4. Содержание твёрдых частиц в отработавших газах меньше в 10 раз.

В таблице представлены результаты установления состава выхлопных газов обследованных автомобилей (точность измерений указана по погрешности индикаторных трубок, без учета точности насоса-пробоотборника).

Таблица. Результаты определения выхлопных газов обследованных автомобилей

№ пробы	Марка автомобиля	Экологический класс двигателя	Режим работы двигателя	Концентрации вредных веществ в отработанных газах	
				СО, мг/м ³	С _x Н _y , г/ м ³
Тип индикаторной трубки				ТИ-СО-1,0	ТИ- С _x Н _y -4,0
1.	Land Rover Discovery 4	4	запуск	240 ± 5	0,013 ± 0,03
2.			20 мин.	180 ± 5	-
3.	Экскаватор Lifbherr 900	3	запуск	44 ± 5	0,20 ± 0,03
4.			20 мин.	280 ± 5	-
5.	КамАЗ 43114	2	запуск	36 ± 5	0,12 ± 0,03
6.			40 мин.	320 ± 5	-

Полученные данные свидетельствуют о том, что более высокий экологический класс топлива не способен повысить экологичность двигателя. Показатели соответствуют экологическим нормативам исследуемых двигателей, т.к. все значения массовых концентраций попали в рекомендуемый диапазон [3]. Выявлена дифференциация значений по маркам автотранспорта и режимам работы двигателя.

Исходя из вышесказанного, можно заключить, что положительный аспект внедрения топливного стандарта «Евро5» без дополнительных мер со стороны правительства по модернизации автомобильного парка страны на территории Российской Федерации невыгоден.

Список литературы

1. Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2015 году. [Электронный ресурс] - код доступа: http://gov.spb.ru/static/writable/ckeditor/uploads/2016/06/28/Doklad_2015.pdf
2. Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2013 году. [Электронный ресурс] - код доступа: http://gov.spb.ru/static/writable/ckeditor/uploads/2014/11/10/Doklad_2013_2.pdf
3. Технический регламент «О требованиях к автомобильному и авиационному бензинам, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту» от 18 октября 2011 г. №826. [Электронный ресурс] - код доступа: http://www.tsouz.ru/kts/kts32/documents/p_826_1.pdf

ИНДИКАТОРНАЯ БУМАГА ДЛЯ АНАЛИЗА НИТРАТОВ

А.А. Варламова, В.М. Никольский

ТвГУ, Тверь

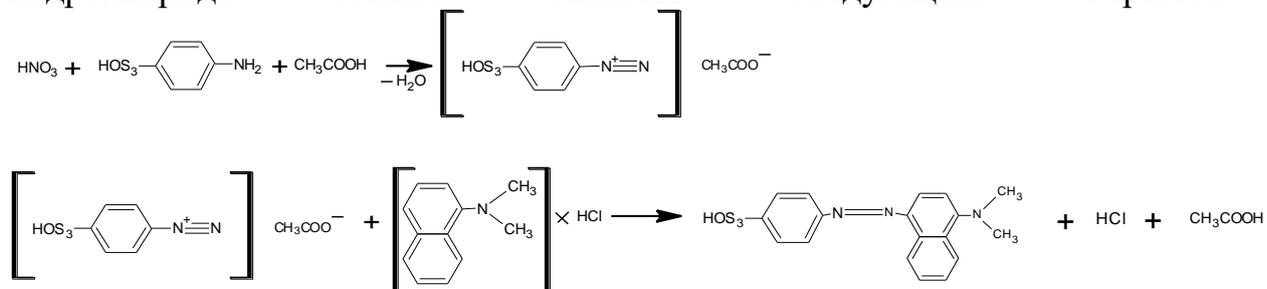
varlamova-1995@mail.ru

Для экспресс-контроля содержания нитратов в продуктах растениеводства, воде, пищевых продуктах и сточных водах различного происхождения в аналитической химии используется химический индикатор на твердофазном носителе.

Нами разработан метод экспресс-анализа нитратов с применением трехслойной бумажной индикаторной бумаги [1]. По этому патенту в составе маскирантно-кислотного слоя используется синтезированная нами N-(карбоксиметил) аспарагиновая кислота (КМАК), синтез и кислотно-основные свойства которой представлены в работе [2]. Метод экспресс-анализа в ходе открытия нитрат-ионов по указанному патенту основан на применении теста Грисса с использованием 1-нафтиламина.

К недостаткам описанного метода относится присутствие в составе реактива Грисса канцерогенного реагента 1-нафтиламин. Для совершенствования индикаторной бумаги экспресс-контроля содержания нитратов нами предложено в слое с тестом Грисса вместо 1-нафтиламина использовать диметил-1-нафтиламин, который не является канцерогеном, однако, по химическому действию аналогичен 1-нафтиламину и может с успехом применяться в составе реактивов для анализа нитрат-ионов [3].

Уравнение реакции с применением диметил-1-нафтиламин гидрохлорида можно записать следующим образом:



Созданная на основе усовершенствованного теста Грисса индикаторная бумага может успешно использоваться для анализа нитрат-ионов и не содержит канцерогенов.

Список литературы

1. Патент РФ на полезную модель №162596, опубл. 20.06.2016/ Индикаторная бумага экспресс-анализа содержания нитратов/ Гусева Д.А., Логинова Е.С., Никольский В.М.
2. Логинова Е.С., Никольский В.М., Толкачева Л.Н., Лукьянова Н.И. Синтез и некоторые свойства комплексонов, производных янтарной кислоты // Известия Академии наук. Серия химическая, 2016, Т. 65, № 9, С. 2206-2210.
3. Ешоткин В.И. Определение нитритов и нитратов реактивом Грисса, <http://himkniga.com/experiments/501?page=2>

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ АГРЕССИВНЫХ ИОНОВ В АТМОСФЕРЕ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ КОРРОЗИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ

В.А. Голованова, Е.А. Новикова, Е.Н. Тупикова.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», г. Самара

GolovanovaVA@yandex.ru

Коррозия металлов наносит большой экономический вред, приводит к уменьшению надежности работы оборудования, к простоям производства из-за замены вышедшего из строя оборудования, к потерям сырья и продукции, к загрязнению продукции и снижению ее качества. Проблема защиты металлов от коррозии, знакомая человечеству с древних времён, по сей день остается чрезвычайно актуальной. Коррозионные исследования – это ряд испытаний, которым подвергают тот или иной материал для определения срока его эксплуатации в определённых коррозионных условиях. В соответствии с ГОСТ 9.308-85 коррозионные испытания проводят в атмосфере диспергированного раствора хлорида натрия при 35°C в нейтральной или кислой средах. Для проведения коррозионных испытаний также необходимо оценить агрессивность среды, зависящую от содержания коррозионно-агрессивных ионов. Используемые сейчас методы характеризуются малой точностью и низкой экспрессностью.

Для решения данной задачи проведена разработка методики определения ионов в коррозионно-агрессивных атмосферах различного происхождения. Для создания атмосфер с коррозионно-активными компонентами была разработана и собрана оригинальная установка, позволяющая получать среды с варьируемым содержанием ионов в газовой фазе.

В закрытой емкости при комнатной температуре с помощью ультразвукового генератора диспергировали водный раствор хлорида натрия заданной концентрации.

Работа включала два этапа. Первый этап заключался в подборе условий отбора газовой пробы с одновременным проведением концентрирования, в результате которого выбран оптимальные режим работы установки и объем отбираемой газовой фазы.

Для определения оптимального режима работы установки были реализованы 2 режима: непрерывный и циклический. Установлено, что при прочих равных условиях относительное СКО концентрации хлорид-ионов в газовой фазе при реализации непрерывного режима работы в 2 раза больше, чем циклического, что объясняется более точным поддержанием температурного режима в последнем случае. Дальнейшие эксперименты проводились при циклическом режиме работы установки.

Для определения оптимального объема отбираемой для анализа газовой пробы изменялось время отбора пробы при сохранении скорости

отбора, при этом объемы отобранной газовой фазы составляли 5, 10 и 15 литров. Установлено, что при данных условиях проведения эксперимента концентрация хлорид-ионов в газовой фазе оставалась постоянной в пределах погрешности измерений: при относительных СКО результатов измерений, равных 21%, 16% и 19% соответственно, для каждой серии измерений СКО средних результатов по всем сериям составляло 14 %. Из экспериментальных данных и результатов расчета погрешности определения видно, что с наибольшей воспроизводимостью результатов анализ проводится при отборе 10л газовой фазы.

Второй этап заключался в оптимизации проведения анализа полученных концентратов. Определение содержания ионов водных экстрактов проводили методами кондуктометрии и капиллярного электрофореза.

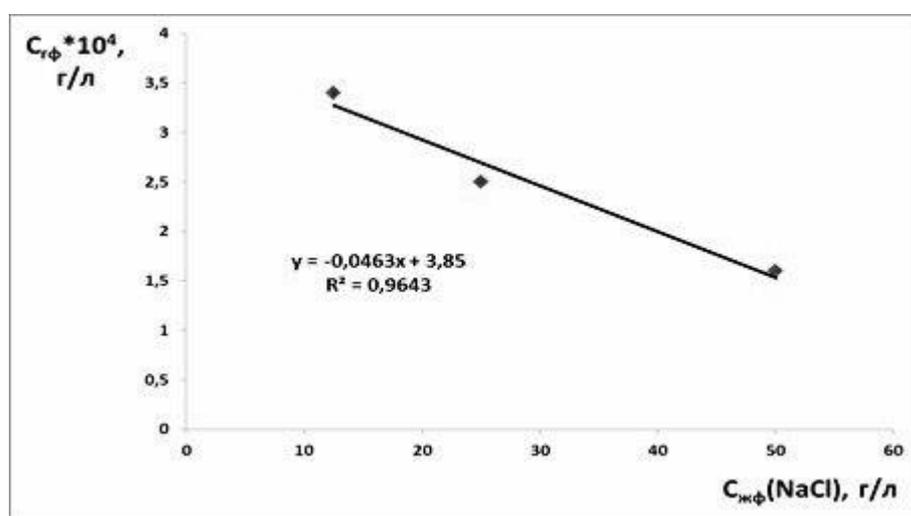


Рисунок 1 – Зависимость концентрации хлорид-ионов в газовой фазе $C_{ГФ}$ от концентрации хлорида натрия в водном растворе $C_{ЖФ}(NaCl)$

Путем варьирования концентрации хлорида натрия в растворе, используемого для получения солевого тумана, установлено, что зависимость концентрации хлорид-ионов в газовой фазе обратно пропорциональна концентрации хлорида натрия в водной фазе (рисунок 1).

Сравнительная оценка проводилась по следующим показателям: точность определения, чувствительность, селективность/универсальность, экспрессность. Первые два способа имеют преимущество только при анализе однокомпонентных растворов. При анализе смесей, содержащих широкий круг определяемых ионов, рекомендовано использование капиллярного электрофореза.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ ВОДОРАСТВОРИМЫХ КРАСИТЕЛЕЙ В ЛЕКАРСТВЕННЫХ ЖАРОПОНИЖАЮЩИХ ПРЕПАРАТАХ МЕТОДОМ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ ИНЖЕКЦИОННОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

П.Н. Давлетбаева¹, П. Хохолус², А.В. Булатов¹, Д. Сатинский², П. Солих²

¹*Кафедра аналитической химии, Институт химии, Санкт-Петербургский государственный университет, СПбГУ, Санкт-Петербург, Россия*

²*Кафедра аналитической химии, Карлов Университет, Фармацевтический факультет, Прага, Чехия*

polinadavletbaeva@yandex.ru

Постоянно возрастающая потребность в контроле качества пищевых продуктов и лекарственных препаратов вызывает необходимость разработки экспрессных и надежных методик их физико-химического анализа. В последнее время особое внимание уделяют определению азо- и трифенилметановых водорастворимых красителей, способных к образованию в организме человека токсичных метаболитов, вызывающих аллергические реакции, раковые заболевания, а также синдром дефицита внимания и гиперактивность у детей.

Современная аналитическая химия сфокусирована на миниатюризации и автоматизации химического анализа. Применение последовательной инъекционной хроматографии (SIC), сочетающей достоинства автоматизированного проточного инъекционного анализа и возможности жидкостной хроматографии, обеспечивающей многокомпонентный анализ, позволяет значительно снизить расход токсичных реагентов, раствора пробы и образующиеся отходы.

Данная работа посвящена разработке экспрессной методики хроматографического разделения и определения синтетических водорастворимых (Желтый Закат FCF, Азорубин и Зеленый S) в лекарственных жаропонижающих препаратах. Была изучена и обоснована возможность использования двух монолитных колонок (Chromolith[®] CN 50-4.6 и Chromolith[®] Diol 50-4.6, Merck) для определения выбранных красителей. Были оптимизированы параметры SIC определения выбранных красителей для каждой колонки, такие как состав подвижной фазы (вода, ацетат аммония и ацетонитрил), объем, режим элюирования и скорость потока. Спектрофотометрическое детектирование было реализовано при 480, 516 и 630 нм, соответственно. Разработанная методика апробирована на реальных объектах.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ВОДЫ СКВАЖИН В ПРОЦЕССЕ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Р.Ю. Жарков, И.Ю. Тихомирова

РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург

kachura.roman@yandex.ru, itikhomirova55@mail.ru

Вода, используемая для питьевых и хозяйственно-бытовых целей должна отвечать определенным стандартам качества. Оценка качества воды из скважин в процессе их длительной эксплуатации с точки зрения требований потребителя позволяет решить вопрос о возможности использования данного источника водоснабжения.

Основной целью данного исследования было решение следующих задач:

1. Оценка состояния вод скважины после 9 лет эксплуатации.
2. Исследование изменения состава вод, в зависимости от глубины их залегания.

Объектом исследования являлась вода из скважины №1, находящейся в п. Белоостров Всеволожского района Ленинградской области в междуречье рек Сестра и Черная в районе озера Пасторское и введенной в эксплуатацию в 20.11.2007 г. Данный район питают воды вендского (гдовского) водоносного комплекса, которые, в данной местности, характеризуются повышенным содержанием ионов 2-х валентного железа [1]. Водоносный горизонт - нижняя часть вендского комплекса - был вскрыт на глубине 187м, статический уровень установился на глубине 7м.

После откачки отобранные пробы с глубины 195м исследовались в соответствии с требованиями СанПин 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода» на полный химический анализ в лаборатории ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ленинградской области». Воды по химическому составу пресные, очень мягкие, щелочные, гидрокарбонатные кальциево-натриевые. Содержание токсических веществ и металлов не превышало гигиенических нормативов для питьевой воды.

С целью оценки состояния воды в процессе длительной эксплуатации скважины №1 пробы для анализа из указанной скважины были отобраны в октябре 2016 года с глубины 195м. Также для исследования состава вод в зависимости от глубины их залегания были отобраны пробы воды из скважины №2 (56м) и скважины №3 (20м), находящиеся в пределах водоносного редкинского горизонта в непосредственной близости от скважины №1. В аналитической лаборатории кафедры химического и экологического образования РГПУ им. А. И. Герцена были определены показатели качества воды из скважины в соответствии с ГОСТ и ПНД Ф для вод питьевого и культурно-бытового назначения с использованием химических методов (титриметрический анализ, гравиметрический анализ), методов физико-химического анализа (потенциометрия, спектрофотометрия, кондуктометрия). Исследования содержания металлов

(меди, цинка, марганца, натрия, калия, ртути, свинца, мышьяка и др.) в пробах воды проводилось методом ИСП МС в лаборатории СПбГУ на масс-спектрометре с индуктивно-связанной плазмой – «Элан-DRС-E» фирмы «Перкен-Элмер».

Результаты гидрохимического анализа воды скважин №1-3, отобранных в 2007г. и в 2016г., представлены в таблице.

Таблица

№ п.п.	Показатели качества воды	Скв.№1 2007г, 195м	Скв.№1 2016г. 195м	Скв.№2 2016г., 56м	Скв. №3 2016г. 20м	ПДК
1.	рН	7,1	7,07	7,79	6,49	6-9
2.	æ, мкСм/см	-	65,63	206,67	225,67	
3.	Цветность, град.	≤ 5	10,5	22	7	20
4.	Жесткость, мг-экв/л	0,8	0,82	1,33	1,18	7
5.	Ca ²⁺ , мг/л	12,4	12,4	16,02	14,01	130
6.	Mg ²⁺ , мг/л	2,1	2,44	6,47	5,86	65
7.	Сухой остаток, мг/л	161,8	133	135	94	1000
8.	Хлориды, мг/л	6,0	6,8	3,7	23,9	350
9.	Щелочность, мг-экв/л	2,2	0,5	2,15	0,51	0,5-6,5
10.	Гидрокарбонаты, мг/л	136,6	30,5	131,2	30,81	400
11.	Фосфаты, мг/л	1,65	0	0,38	0	3,5
12.	Железо общее, мг/л	0,1	0,053	2,76	0	0,3
13.	Окисляемость, мгО/л	3,0	0,17	1,51	0,09	5-7

Содержание редких и рассеянных металлов по результатам ИСП МС во всех пробах значительно ниже ПДК.

По результатам проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

- Сравнительный анализ полученных в 2016г. результатов гидрохимического анализа воды скважины №1 с результатами анализа показателей качества воды 2007года свидетельствует о том, что состояние воды скважины №1 остается стабильным, и вода по всем исследованным показателям отвечает требованиям, предъявляемым к питьевым водам.
- Полученные результаты гидрохимического анализа вод, отобранных с разной глубины (скважины №1-3), свидетельствуют о значительном влиянии глубины скважины на химический состав подземных вод.

Список литературы

1. Геология и полезные ископаемые Ленинградской области / И. И. Киселев, В. В. Проскураков, В. В. Саванин, 195,[1] с., [4] л. ил. ил. 20 см, СПб. Петерб. комплекс. геол. экспедиция 1997.

ОЦЕНКА ОТКЛОНЕНИЯ ОТ АДДИТИВНОСТИ ПРИ СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОМ ОПРЕДЕЛЕНИИ СУММАРНОГО СОДЕРЖАНИЯ АМИНОКИСЛОТ

О.А. Колесникова, Л.И. Пиль, Д.А. Чупрынина

КубГУ, Краснодар

l_pil@mail.ru

Для определения аминокислот в лекарственном растительном сырье, в лекарственных препаратах и биологических жидкостях, в пищевых продуктах часто применяют спектрофотометрический метод с использованием реакции с нингидрином.

Для оценки отклонения от аддитивности светопоглощения провели расчет статистической модели светопоглощения смеси. Модель получили в ходе полного факторного эксперимента. Факторами были концентрации компонентов, а параметром – оптическая плотность смеси при фиксированной длине волны. Измерили оптическую плотность 4-х модельных смесей изолейцина и глицина одинакового качественного, но разного количественного состава. Каждую смесь готовили 3 раза, фотометрировали при одинаковых условиях. План 2^2 позволяет оценить влияние двух факторов, а также их взаимодействие. Проверили однородность полученных четырех дисперсий. Так как число степеней свободы для всех выборок одинаково, то для сравнения дисперсий использовали критерий Кохрена. Полученное в экспериментах значение критерия Кохрена меньше критического, следовательно, можно принять гипотезу однородности. Для проверки гипотезы значимости коэффициентов регрессии рассчитывали дисперсию коэффициента регрессии. Находили доверительный интервал для коэффициента – тот интервал, в пределах которого коэффициент, в действительности равный нулю, может отклониться от истинного значения с заданной малой вероятностью. Выбранный уровень значимости $\alpha = 0,05$. Если для какого-то коэффициента $|b_i| < \delta b_i$, то данный член можно считать незначимым и исключить из уравнения регрессии. Модель не содержала произведения факторов, что свидетельствовало об отсутствии взаимодействия между компонентами x_1 и x_2 . Проверили гипотезу адекватности для уравнения со всеми значащими членами, невязки не превышали 1%. Уравнение регрессии не содержало произведения факторов, что свидетельствовало об отсутствии взаимодействия между компонентами пробы. После перехода к натуральным переменным все регрессионные коэффициенты b_i практически совпадали с молярными коэффициентами поглощения, характерными для изолейцина и глицина в отсутствие посторонних веществ. Можно считать, что в системе изолейцин-глицин отсутствует отклонение от аддитивности светопоглощения.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ ВО ФРУКТОВЫХ СОКАХ МЕТОДОМ ТОНКОСЛОЙНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

Е.В. Крикухина, Н.С. Хорькова

ТвГУ, Тверь

Katerina07351@mail.ru

В последнее время участились случаи фальсификации фруктовых соков. В качестве основных ингредиентов недобросовестных производители для этого используют различные органические кислоты. В литературе описаны случаи использования лимонной, яблочной, молочной и кислот, наиболее простым методом определения этих соединений в сложных смесях без предварительного разделения является хроматографический метод, поэтому цель настоящей работы было изучение возможности использования метода тонкослойной хроматографии для определения указанных выше органических кислот.

На основе анализа литературных данных на наш взгляд наиболее перспективных для достижения поставленной цели является метод тонкослойной хроматографии, который не требует дорогостоящего оборудования, достаточно селективен и не требует длительного времени.

Тонкослойную хроматографию проводили на пластинках «Silufol».

Основная сложность данной работы заключалась в подборе оптимального состава подвижной фазы и проявляющего агента. Проявляющий агент необходим в связи с тем, что исследуемые органические кислоты не имеют окраски.

В качестве ускорителя в подвижной фазе чаще всего используется вода, в качестве замедлителя - различные спирты. Очень важно для данной системы стабилизировать значение рН, поэтому анализируемые компоненты обладают кислотными свойствами. В качестве стабилизатора рН мы решили использовать раствор аммиака.

Предварительные эксперименты показали, что в качестве замедлителей, возможно, использовать этиловый, изопропиловый и другие спирты. Остановились на этиловом, как наиболее эффективном. В результате эксперимента мы установили, что соотношение компонентов в подвижном растворителе составляет: аммиак(25%):H₂O:C₂H₅OH=7,5:2,5:25 по объёму.

Для проявления хроматографической зоны мы использовали пары йода, обработка концентрированной серной кислотой, а также использовали для окрашивания раствор, на основе спирта, содержащий анилин, L-арабинозу. Наилучшие результаты отмечены при использовании последнего раствора, а также паров йода.

Поскольку целью являлось не только качественное, но и количественное определение, необходимо было оценить окраску каждой хроматографической зоны. Во время этого наблюдалась интенсивная десорбция йода с хроматографических пластин, что затрудняло

количественное определение, поэтому мы использовали проявитель с арабинозой.

Количественную оценку производили по площади хроматографической зоны каждого компонента. Для этого полученные хроматограммы оцифровывались и обрабатывались при помощи программы хромоскан.

Полученные результаты на модельных смесях позволяют утверждать, что разработанная методика позволит определить наличие исследуемых кислот в минимальных количествах 0,02 мг/мл. Относительная погрешность не превышает 10%.

В целом разработанная методика была проверена на фруктовых соках с искусственно добавленными органическими кислотами и показала надёжные результаты.

ПИРИДИЛЭТИЛИРОВАННЫЕ ПОЛИАЛЛИЛАМИНЫ – СОРБЕНТЫ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИОНОВ МЕДИ (II)

Ю.К. Лешева¹, О.И. Туссен¹, Л.К. Неудачина¹, А.В. Пестов²

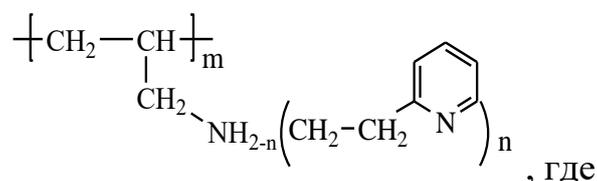
¹Уральский федеральный университет им. Б.Н. Ельцина, ²Институт органического синтеза УрО РАН, Екатеринбург

lesheva_yulya@mail.ru

Медь является необходимым элементом для человека, однако соединения меди токсичны при превышении ПДК в природных объектах. Экологическая и биологическая важность меди (II) обуславливает стремление исследователей получить высокочувствительные сорбенты для отделения и концентрирования данного иона. Одним из перспективных способов извлечения ионов металлов является динамический метод концентрирования с помощью хелатообразующих сорбентов.

Главное преимущество сорбции в динамическом режиме – высокая скорость концентрирования и подготовки пробы к анализу. Кроме того, применение патронов позволяет уменьшить расход реагентов, материальные и временные затраты, а также увеличить степень извлечения по сравнению со статическим методом концентрирования [1].

В исследовании объектами являлись пиридилэтилированные полиаллиламины (ПЭПАА) с различной степенью функционализации, структура которых имеет вид:



n – степень функционализации.

Данный сорбент впервые синтезирован в лаборатории органических материалов Института органического синтеза УрО РАН по реакции присоединения 2-винилпиридина к хлоргидрату аминополимера.

Динамику сорбции ионов тяжелых металлов при их совместном присутствии в аммиачно-ацетатном буферном растворе с pH=7.0 исследовали путем пропускания раствора через патрон с навеской сорбента 0.1000 г. Концентрацию ионов металлов определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии с пламенной атомизацией на спектрометре Solaar M6. По результатам экспериментов рассчитали значения динамической обменной емкости сорбентов по ионам металлов.

Ранее [2] были проведены эксперименты по изучению влияния скорости пропускания буферного раствора на сорбцию ионов тяжелых металлов ПЭПАА в динамических условиях. Было выяснено, что оптимальная скорость для пропускания буферного раствора через слой сорбента 2 см³/мин.

Таблица 1. Динамическая емкость ПЭПАА по ионам металлов в аммиачно-ацетатном буферном растворе (рН=7.0), концентрация ионов металлов 10^{-4} моль/дм³, скорость пропускания буферного раствора через слой сорбента 2 см³/мин.

Степень функционализации (n)	Количество извлекаемых ионов металлов, мкмоль/г					
	Cu (II)	Ni (II)	Cd (II)	Pb (II)	Zn (II)	Co (II)
0.88	136.3	3.7	30.3	15.6	9.6	0.0
0.63	128.2	6.6	2.8	0.1	2.8	1.2
0.56	92.3	7.6	20.8	2.6	5.5	14.8
0.40	18.9	1.2	0.7	1.7	0.0	1.4

Из результатов следует, что исследуемые сорбенты селективно извлекают ионы меди (II), также, можно сделать вывод, что с увеличением степени функционализации увеличивается извлечение данных ионов.

Таким образом, пиридилэтилированные полиаллиламины являются перспективным материалом для динамического извлечения ионов меди из растворов сложного состава со скоростью пропускания раствора 2 см³/мин.

Список литературы

1. Лисичкин Г.В., Фадеев А.Ю., Сердан А.А. и др. Химия привитых поверхностных соединений. – Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 592 с.
2. Лещева Ю.К., Тиссен О.И., Неудачина Л.К., Пестов А.В. Влияние скорости пропускания буферного раствора и степени функционализации пиридилэтилированных полиаллиламинов на извлечение ионов тяжелых металлов в динамических условиях // Теоретические и экспериментальные исследования процессов синтеза, модификации и переработки полимеров – Тезисы докладов IV Всероссийской научной конференции, Уфа, 26-29 октября 2016 г. – Уфа, РИЦ БашГУ, 2016. – С.111-113.

ИНГИБИТОР КОРРОЗИИ ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ КОМПЛЕКСОНОВ

Е.С. Логинова, В.М. Никольский, Н.И. Лукьянова

Тверской государственный университет, Тверь

jeniatver@inbox.ru

Сегодня ущерб от коррозии в развитых странах оценивается в 2–4% ВВП, а потери от вышедших из строя металлических конструкций, изделий и оборудования составляют 10–20% годового производства стали.

Для борьбы с такими высокими потерями металла, в т.ч. трубопроводов и технологического оборудования предлагается технология ингибирования коррозии металлов, которая позволяет, не нарушая экологического равновесия в природе, успешно решить проблему коррозии, а значит увеличить срок службы металлических изделий, например, трубопроводов и технологического оборудования.

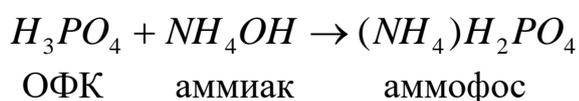
В состав ингибитора входят: H_3PO_4 (180-240 г/л), ZnO (4,2-5,6 г/л), $C_7H_7BiO_7$ (40-80 г/л, 0,1 N раствор динатриевой соли этилендиаминдиантарной кислоты (160-320 г/л), вода - остальное.

Антикоррозионный состав обеспечивает образование устойчивых координационных соединений с железной основой защищаемых изделий, цинком и висмутом лигандами галло-элагодубильной кислоты и экологически безопасной этилендиаминдиантарной кислоты. Эти координационные соединения образуют сплошную феррозащитную пленку, которая не подвержена влиянию изменений температуры и не растворяется в органических растворителях.

Экологическая безопасность технологии обеспечивается:

- во-первых, рецептурой ингибитора коррозии, включающей экологически безопасный комплексообразователь-этилендиаминдиантарную кислоту;

- во-вторых, отработанный раствор предлагается утилизировать путем получения на его основе аммиачно-фосфорных удобрений.



Так из отработанной фосфорной кислоты после антикоррозионной обработки черных металлов удаляют железо в виде гидроксида с последующей обработкой раствора аммиачной водой для получения аммофоса.

Список литературы

1. Патент РФ на изобретение № 2565170, опубл. 20.10.2015, бюл. № 29.
2. Патент РФ на изобретение № 2577888 (Заявка № 2014153067 от 26.12.2014 г.).

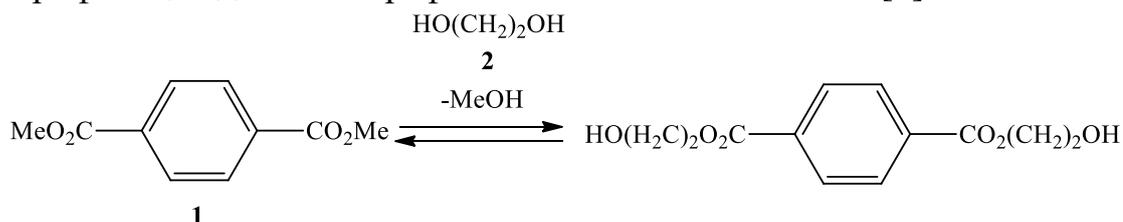
ИССЛЕДОВАНИЕ ОЛИГОМЕРНОГО ПРОДУКТА ВОДНО-МЕТАНОЛЬНЫХ СТОКОВ ПРОИЗВОДСТВА ЛАВСАНА

А.О. Новикова, А.А. Голованов, И.В. Цветкова

Тольяттинский государственный университет, Тольятти

arinovikova@mail.ru

Производство лавсана в Курске было введено в эксплуатацию в июне 1960 г. Сырьем для этого производства служил полиэтилентерефталат (ПЭТФ), который в свою очередь получали из диметилтерефталата **1** и этиленгликоля **2**. Первая и самая отходообразующая стадия процесса – переэтерификация диметилтерефталата **1** этиленгликолем **2** [1].



В процессе переэтерификации образовывались смеси метанола с этиленгликолем. При их ректификации регенерировался этиленгликоль, а отходом процесса являлся кубовый остаток, содержащий диолы, олигомеры-ПЭТФ, а также неорганические соединения. Отход представляет собой липкую массу серого цвета с кристаллическими включениями. После остановки производства в 2005 г. остались около 60 т таких олигомеров. Поиск способов переработки данного отхода является важной и актуальной экологической задачей. При этом необходимо отметить, что состав отхода, хранившегося несколько десятков лет, точно не определен.

Целью настоящей работы было определение состава олигомерного продукта. Установлено, что продукт не растворим в воде, EtOH, концентрированных кислотах, CCl₄, толуоле, ацетонитриле и многих других органических растворителях. Однако продукт полностью растворяется в ДМСО, что позволило изучить его состав методом спектроскопии ЯМР. В спектре ЯМР ¹³C (Bruker AM-300, 75 МГц, DMSO-d₆) присутствует группа сигналов с δ_C 59–73 м.д., характерных для атомов углерода сложноэфирных фрагментов (C–O–C), сигналы в области δ_C 129–135 м.д. соответствующие ароматическим фрагментам, а также пара сигналов при δ_C 165.4 и 165.6 м.д., отвечающих атомам углерода группы C=O [2]. Эфирное число продукта оказалось равным 163 мг КОН/г, что также подтверждает его сложноэфирную природу.

Список литературы

1. Зазулина З.А., Дружинина Т.В., Конкин А.А. // Основы технологии химических волокон: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1985 - 304 с.
2. Преч Э., Бюльман Ф., Аффельтер // Определение строения органических соединений: таблицы спектральных данных. – М.: Мир, 2006 – 438 с.

УТИЛИЗАЦИЯ ХРОМСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД НА ПРИРОДНОМ ШУНГИТЕ

О.А. Соболева, О.С. Щетинская

БГУ им. ак. И.Г. Петровского, Брянск

olga.soboleva1995@yandex.ru

Сбросы неочищенных или плохо очищенных стоков промышленными предприятиями являются основными источниками химического загрязнения водоемов. Наибольшую опасность несут сточные воды, содержащие тяжелые металлы, в частности соединения хрома (VI).

При очистке сточных вод от тяжелых металлов часто используют сорбционные методы, поэтому рынок применяемых сорбентов все время расширяется. Данная работа посвящена исследованию сорбционной способности шунгитовой крошки по отношению к хрому (VI).

Определение концентрации проводили на однолучевом сканирующем спектрофотометре UV-VIS Unicо-2800 и на фотоколориметре КФК-3.

Шунгитовые породы представляют собой аморфную углеродную матрицу, в которой равномерно распределены высокодисперсные кристаллические алюмосиликаты и другие минералы. В исследованиях использовался шунгит III типа Зажогинского месторождения, содержащий 30-35% углерода. Использовали фракцию сорбента с размером частиц 2-2,5 мм. Модельные растворы готовили из $K_2Cr_2O_7$ марки "ХЧ". Соотношение сорбент:раствор равно 1:10.

Ранее нами [2] было установлено, что процесс сорбции интенсивнее протекает в кислой среде, поэтому эксперименты проводили при $pH=2$.

Были проведены исследования по определению оптимальных условий сорбции: массы сорбента, времени сорбции и исходной концентрации хрома (VI). Эксперимент показал [2], что при начальной концентрации раствора, равной 10^{-4} моль/л (10,4 мг/л Cr^{+6}), $pH = 2$, массе шунгита – 1 г на 50 мл раствора, времени контакта – 24 часа степень конверсии составляла 78,5%, а за 2 суток степень конверсии увеличивалась до 92,6%.

Увеличение массы шунгита свыше 1 г на 50 мл (3, 5, 7, 10 г) приводило к образованию коллоидов, которые рассеивают свет в области поглощения $Cr(VI)$ при 350 нм. Поэтому была исследована структура шунгита: исходного, обработанного дистиллированной водой и после адсорбции. Исследования проводили с помощью стереоскопического бинокулярного микроскопа МБС-10 с увеличением в 14 крат. Это наблюдение и его анализ представлены в работе [3].

Из литературы известно [1], что шунгит обладает сорбционными, восстановительными (за счет углерода шунгитовой матрицы) и каталитическими свойствами, поэтому были проведены эксперименты по определению в реакционных растворах хрома (III).

Поскольку в реакционных растворах было обнаружено присутствие хрома (III), можно утверждать, что углерод шунгита при $pH=2$ восстанавливает Cr^{+6} в Cr^{3+} по реакции:



Обобщенные результаты исследований представлены в работе [3].

С нашей точки зрения, при концентрациях хрома (VI) 52 мг/л и ниже шунгит выступает как восстановитель и протекает окислительно-восстановительный процесс, что также подтверждается увеличением рН до 3,6. При больших концентрациях хрома (104 мг/л и выше) протекает процесс физической адсорбции хрома на шунгите. Можно предположить, что при концентрациях хрома (VI) 50-100 мг/л одновременно протекают процессы физической адсорбции и окислительно-восстановительный.

Хотя токсичность хрома (III) ниже, чем хрома (VI), он также должен быть удален из сточных вод. Способом очистки сточной воды от хрома (III) является осаждение его в виде аморфного $\text{Cr}(\text{OH})_3$, который аморфный и очень трудно фильтруется. Для его полного удаления из растворов были использованы коагулирующие и флокулирующие агенты. Лучшие результаты были получены при использовании коагулянта сульфата железа (III), который позволил полностью удалить гидроксид хрома (III) из раствора. Использование флокулянтов оказалось неприемлемым из-за образования нефилтруемой слизи.

Проведенные эксперименты показали, что адсорбционные свойства шунгита по отношению к хрому (III) слабо выражены. С целью улучшения адсорбции хрома (III) были проведены исследования по предварительной модификации шунгита: шунгит обрабатывался 2н раствором HCl и шунгит был прокален в муфеле при температуре 600°C в течение 3 часов.

В результате проведенных экспериментов [3] было установлено, что модификация шунгита прокаливанием улучшает сорбцию Cr^{+3} на шунгите (степень конверсии – 100%), но ухудшает адсорбцию Cr^{+6} . Модификация с использованием соляной кислоты не дала высоких результатов.

Для полной утилизации хромсодержащих сточных вод нами рекомендована двухстадийная очистка. Отработанный шунгит можно утилизировать сжиганием в доменных печах для введения добавок хрома в чугун и, впоследствии, в сталь.

Список литературы

1. Скоробогатов Г.А., Гончаров Г.Н., Ашмарова Ю.А. Ионообменные и адсорбционные свойства карельских шунгитов, контактирующих с водой // Экологическая химия. – 2012. – Т. 21. - №1. – С. 10-16.
2. Соболева О.А., Щетинская О.С. Адсорбционный метод очистки хромсодержащих сточных вод с использованием природного шунгита // Научное сообщество студентов XXI столетия. Естественные науки. – Электронный сборник статей по материалам XXXVII студенческой международной научно-практической конференции. – Новосибирск: Изд. АНС «СибАК». – 2016. – № 1 (36) - С. 102-106.
3. Соболева О.А., Щетинская О.С. Разработка метода утилизации хромсодержащих сточных вод на природном шунгите // Экологическая безопасность региона: Сборник статей VIII Международной научно-практической конференции естественно-географического факультета (Россия, г. Брянск, 10 ноября 2016 г.). – Брянск: РИО БГУ, 2016. – С. 149-154.

СОДЕРЖАНИЕ ФОСФАТОВ В ПОЧВАХ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

В.М. Фоменко, И.Ю. Тихомирова

РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург

fomenchem@gmail.com, itikhomirova55@mail.ru

Умеренный и влажный климат Санкт-Петербурга, сравнительно небольшое количество поступающего на земную поверхность и в атмосферу солнечного тепла обуславливаются географическим положением города. Количество выпадающих осадков примерно на 200–250 мм превышает испарение влаги, что вызывает повышенное увлажнение почв. Почвы, формирующиеся на антропогенно-нарушенных грунтах и имеющие естественный или искусственно созданный гумусированный горизонт (урбанозёмы), нуждаются в рекультивации для повышения плодородия и восстановления продуктивности. Одной из важнейших характеристик плодородия почв является содержание подвижного — доступного растениям — фосфора, который активно участвует в процессах обмена веществ и влияет на рост растений. Исследованиями дальневосточных ученых (Грицун, 1964; Стрельченко, 1982) установлено, что в переувлажняемых почвах валовое содержание фосфора довольно высокое, но он малоподвижен и недостаточно доступен растениям.

Целью настоящей работы является оценка фосфатного состояния антропогенно-преобразованных почв СПб. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: определить содержание и соотношение валовых и подвижных форм фосфора в почвах.

Объектами исследования являются антропогенно измененные почвы: 11 образцов почвогрунтов, отобранных с газонов экологически различных зон г. Санкт-Петербурга вблизи станций метрополитена. Отбор проб был произведён в августе 2014 г. в соответствии с ГОСТ 17.4.4.02-84[1].

Валовое содержание фосфора в исследуемых образцах почв определено методом рентгенофлуоресцентного анализа в СПбГУ с использованием СПЕКТРОСКАНА МАКС G. Количество валового фосфора в почвах обуславливается не только запасами природных фосфатов, но и интенсивностью применения удобрений. Результаты проведенного исследования показали, что валовое содержание фосфора в почвах СПб колеблется в диапазоне $(0,15-0,36) \pm 0,06\%$.

Определение содержания подвижного фосфора проведено по методу Чирикова [2] на спектрофотометре Unicо 1201 на кафедре химического и экологического образования РГПУ им. А. И. Герцена. Оптимальным рН для определения подвижного фосфора считается диапазон 5,6-7,2, в котором большинство малорастворимых фосфатов растворимо. Метод основан на извлечении подвижных соединений фосфора из почвы 0,5М раствором уксусной кислоты (при соотношении массы почвы к объёму растворителя 1:25) и последующем определении фосфора в виде

восстановленного хлоридом олова (II) синего фосфорно-молибденового комплекса («молибденовая синь»).

По содержанию подвижного фосфора антропогенно-преобразованные почвы Санкт-Петербурга условно разделились на 4 группы:

- с низким содержанием (2-7 мг $P_2O_5/100$ г почвы) - почвы у станций метро «Крестовский остров» и «Политехническая»;
- со средним содержанием (7-15 мг $P_2O_5/100$ г почвы) - почвы у станций метро «Международная», «Ленинский проспект» и «Сенная»;
- с повышенным содержанием фосфора (15-23 мг $P_2O_5/100$ г почвы) — почвы у станций метро «Электросила», «Озерки», и «площадь Александра Невского»;

- с высоким содержанием фосфора (24-35 мг $P_2O_5/100$ г почвы) - почвы у станций метро «Обухово» и «Балтийская»;
- с очень высоким (более 35 мг $P_2O_5/100$ г почвы) - почвы у станции метро «Васильевский остров».

Расчет соотношений содержания подвижного фосфора в почвах Санкт-Петербурга к валовому содержанию показал, что количество доступного для растений фосфора не превышает 1%. Слабая подвижность фосфатов обуславливается частой повторяемостью избыточного увлажнения и почвенной засухи. Причиной этого являются климатические особенности Санкт-Петербурга (обилие осадков, ветра) и антропогенное воздействие на почвы (работа автотранспорта, строительный мусор, выбросы промышленных предприятий города).

Таким образом, валовое содержание фосфора в городских почвах не может быть показателем обеспеченности растений фосфором, его доступных соединений содержится в почве обычно мало и, чтобы создать условия для произрастания зеленых насаждений в черте города, необходимо применять фосфорные удобрения.

Список литературы

1. ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. - М.: Стандартиформ, 2008
2. ГОСТ 26204-91. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Чирикова в модификации ЦИНАО. - М.: Издательство стандартов, 1992

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД РЕКИ МОЙКИ

А.А. Чалый, И.Ю. Тихомирова

РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург

cha96@mail.ru, itikhomirova55@mail.ru

По данным гидрохимических наблюдений (1990–2001) 22,2% проб воды водотоков города Санкт-Петербурга характеризовались как «умеренно грязные», 61,1% — как «загрязнённые» и 16,7% — как «грязные». Перевод части стоков в городской коллектор в совокупности с сокращением промышленного производства позволил снизить за 10 лет (1999–2009) сброс неочищенных стоков с 36% до 31% от общего объёма использованных вод. В реке Мойке уровень антропогенного воздействия превысил способность вод к самоочистке. Плановая гидрохимическая съемка, проведенная 1-2 августа 2016 года, показала превышение норматива концентрация меди и цинка в реке Мойка, содержание остальных определяемых показателей не превышало допустимый уровень [1].

Целью исследования являлась оценка состояния поверхностных вод реки Мойка в зимний период.

Объектом исследования являлась вода, отобранная в реке Мойка, в центральной части города у Зеленого, Красного, Синего, Фонарного и Поцелуевого мостов 24.12.2017 года. Оценка состояния загрязненности поверхностных вод проведена в соответствии с Методическими Указаниями «Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям» (РД 52.24.643-2002).

По составу растворенных минеральных веществ вода реки Мойка относится к природным водам кальциево-магниевого гидрокарбонатно-хлоридного класса со слабощелочной реакцией воды ($\text{pH} \sim 7,6-7,8$). Вода в Мойке мягкая, величина общей жесткости составляет 1,2 мг-экв/л, не имеет определенного вкуса или запаха. Содержание минеральных веществ колеблется от 100 до 200 мг/л. Наибольшая минерализация отмечается у проб воды, отобранных у Поцелуева и Зеленого мостов. Мерой содержания в воде растворенного органического вещества служит ее окисляемость – количество кислорода, идущее на окисление органики перманганатом (*перманганатная окисляемость*). По степени загрязненности органическими веществами воды можно отнести к среднезагрязненным ($I_{\text{Mn}} \sim 5-10 \text{ мгО/л}$). Наибольшая окисляемость у воды, отобранной у Зеленого моста (9,6 мгО/л) и Красного моста (8,0 мгО/л). В 1 л воды реки Мойки растворено от 113 до 114 мг кислорода, при низкой температуре воды при отборе проб (2-3 °С), что соответствует ~100% насыщенности воды кислородом. Высокая насыщенность воды кислородом объясняется главным образом почти постоянными ветрами, угрозой наводнений, волнением на Неве, благодаря чему вода имеет хорошую аэрацию. По величине БПК₅ и БПК₁₀, характеризующих

суммарное содержание легкоокисляемых органических веществ в воде, воды реки Мойки можно считать умеренно грязными (БПК₅, ~ 1,5—2 мгО/л), местами (у Фонарного и Поцелуева моста) - грязной (БПК₅ ~ 3—4 мгО/л). Цвет и прозрачность речной воды зависят в основном от содержания взвешенных минеральных веществ, т. е. от мутности, и растворенных органических веществ. Мутность воды невелика. Небольшие темные предметы видны в реке на глубине 1—2 м, а белые предметы — на глубине 2,0—2,5 м. Содержание органических веществ в ней среднее, благодаря этому вода в Мойке довольно прозрачная и имеет светлую зеленовато-желтоватую окраску (65 градусов цветности по хромкобальтовой шкале).

Метод люминесцентного анализа был использован для оценки содержания растворенного органического в природных водах [2]. Спектры люминесценции анализируемых проб воды сняты при возбуждении ксеноновой лампой 270, 310 нм на флуоресцентном анализаторе Флюорате-2-Панорама на кафедре неорганической химии в РГПУ им. А. И. Герцена. Максимум фиксировался в видимой области при 450нм, величина интенсивности свечения хорошо коррелируется с величиной перманганатной окисляемости.

Полученные результаты исследования поверхностных вод реки Мойки свидетельствуют о превышении ПДК по окисляемости и биологическому потреблению кислорода, что характеризует наличие органических загрязнений, попадающих в водоток от транспорта и, главным образом, со сточными водами и дождевыми поверхностными смывами.

Список литературы

1. <http://www.infoeco.ru/> Экологический портал Санкт-Петербурга.
2. Флуоресценция растворенного органического вещества природной воды О.М. Горшкова и др. // ВОДА: ХИМИЯ И ЭКОЛОГИЯ №11, ноябрь 2009 г., с. 31-37.

СЕКЦИЯ 4

ХИМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ И ШКОЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ ПРОЕКТЫ

ХИМИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ КАК СПОСОБ ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ УЧАЩИХСЯ

Н.А. Архипов, Э.Г. Злотников

РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург

tukasha@list.ru

Химический эксперимент - неотъемлемая часть химии как науки является средством, методом обучения и важнейшим путём осуществления связи практики с теорией, превращения знаний в убеждения. Химический эксперимент выполняет важнейшие функции - образования, воспитания и развития в процессе обучения [1]. Также выделяется личностная значимость химического эксперимента для учащихся и его роль в усилении интереса к химии.

В последние годы можно констатировать, что во многих школах на уроках химии учителя, в связи с сокращением учебных часов, пытаются заменить реальный химический эксперимент имитацией или видеозаписями, минимизируют количество демонстрационных экспериментов, лабораторных и практических работ [2].

Мы попытались проанализировать данную проблему, проведя анкетирование среди учащихся и выпускников разного возраста. Цель нашего исследования - установить наличие или отсутствие прямой зависимости между количеством проводимых на уроках демонстрационных экспериментов, лабораторных и практических работ с успеваемостью учащихся по химии и их вовлечённостью в изучение предмета.

Результаты проведенного анкетирования показали, что

- Только у 67,7% респондентов проводился живой демонстрационный эксперимент на уроке, и только у 50,8% из них он проводился регулярно.
- Большинство (84,6%) респондентов отмечают, что живой химический эксперимент нагляднее и эффективнее, чем видеоролик.
- Регулярно лабораторные работы проводились только у 72,3% опрошенных.
- У всех респондентов лабораторные работы и практические занятия проходили в формате выполнения определённых действий по прописанному алгоритму.
- Большинство респондентов утверждали, что лабораторные и практические работы, а также демонстрационные химические эксперименты способствовали как усилению мотивации к изучению предмета, так и формированию знаний, а в целом упрощали изучение химии.
- Практически никто из респондентов не отметил, что химический эксперимент использовался как способ контроля знаний.

На наш взгляд — это плохая тенденция, так помимо закрепления материала и формирования экспериментальных умений не реализуются такие важные аспекты химического эксперимента как продуктивное усвоение знаний, опыт экспериментирования и творческого мышления, формирование действенных знаний. Весьма желательно, чтобы в каждой школе на уроках химии проводились демонстрационные эксперименты и лабораторные работы на достойном уровне. Важно еще учесть, что последнее время в рамках итоговой аттестации выпускников школ включаются задания на основе реального химического эксперимента [3].

На основании проделанной нами работы можно утверждать, что химический эксперимент на уроках действительно способствует лучшему усвоению содержания химии. Пренебрежение или отказ от химического эксперимента приводит к понижению качества химического образования. Тот факт, что проводимые в школах практические и лабораторные работы подразумевают выполнение прописанных действий (зачастую не осознанное), на наш взгляд, обусловлен, в частности, отсутствием методической литературы и учебных пособий, в которых бы учителю были предложены интересные варианты лабораторных работ с элементами исследовательской деятельности и активного познания. Существует необходимость в разработке такой литературы, чтобы лабораторные работы были, во-первых, интересны учащимся, и, во-вторых, отражали их реальные знания и умения. Необходимо стимулировать учителей химии проводить на уроках эксперименты. Демонстрационный химический эксперимент упрощает работу на уроке как учителю, так и ученикам, поэтому высока вероятность того, что, попробовав провести эксперименты несколько раз учитель сам увидит их результативность и будет проводить их регулярно.

Список литературы

1. Злотников Э.Г. Химический эксперимент как специфический метод обучения. «Химия», ИД «1 сентября», № 24, 2007, с. 18-25.
2. Жилин Д.М. // МИОО, Лаборатория знаний. 2012. С. 125-149
3. Сивкова Г.А., Князев А.В. Роль химического эксперимента при подготовке к ЕГЭ // Химия в школе. – 2016.- № 8. – С. 50-54.

ПОРТАТИВНЫЙ ПРИБОР ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ С ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

В.А. Бабенко, А.И. Евсюков, В. П. Гришаев

ГБОУ СОШ №232 Адмиралтейского района, Санкт-Петербург

Chemist-TNV@yandex.ru

Электролиз – важный процесс, изучаемый в школьном курсе химии. В настоящее время учебное оборудование, используемое для проведения практических и лабораторных работ, посвящённых электролизу, является достаточно дорогостоящим и малофункциональным – большинство приборов рассчитаны на проведение одной-двух работ. Кроме того, для успешной эксплуатации зачастую требуется понижающий трансформатор.

Целью данной работы являлась разработка портативного прибора для проведения лабораторных и практических работ по электролизу и смежным темам.

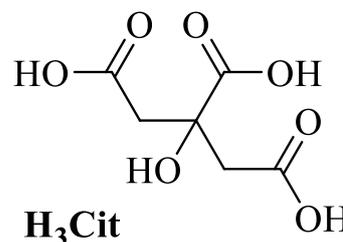
В ходе настоящей работы был разработан полностью автономный и достаточно чувствительный многофункциональный прибор для экспериментального изучения процессов, протекающих при электролизе. Предложено 10 вариантов различных лабораторных работ. Предложенные работы позволяют изучать как суть самих процессов электролиза, так и более сложные аспекты химии, в частности, электролиз с растворимыми электродами, технику нанесения гальванических покрытий, проводимость растворов электролитов и закон разбавления Оствальда.

Прибор прост в использовании и был успешно протестирован при проведении практических работ на уроках химии в ГБОУ СОШ №232, а также в домашних экспериментах.

ПОЛУЧЕНИЕ ЛИМОННОЙ КИСЛОТЫ ИЗ ЛИМОННОГО СОКА***Г.В. Белинский¹, А.Г. Григорьев¹, С.В. Макаренко²***¹ГБОУ школа №197, ²ФГБОУ ВО РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург*a_grigorjew@mail.ru*

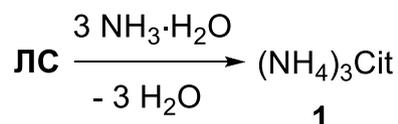
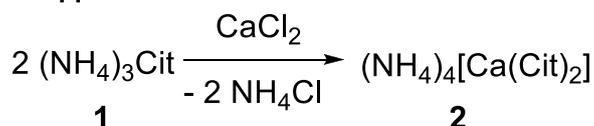
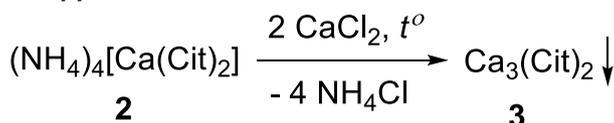
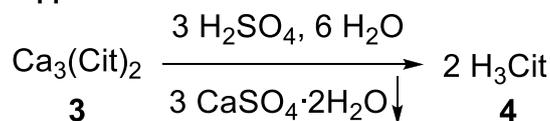
До середины XIX века основным способом получения химических веществ являлось выделение их из материалов растительного и животного происхождения. Так, например, К. В. Шееле в 1784 г. описал способ получения лимонной кислоты из лимонного сока, при использовании довольно простых реакций и реагентов [1].

Представлялось интересным экспериментально в рамках исследовательского проекта проверить возможность получения лимонной кислоты по способу Шееле. Помимо этого в задачи проекта входила характеристика строения и индивидуальности выделенной лимонной кислоты методом спектроскопии ЯМР, а также оценка процентного содержания лимонной кислоты в лимонном соке.



Титрование лимонного сока раствором гидроксида натрия в присутствии фенолфталеина, осуществленное по методике [2], позволило определить общее содержание кислот в исследуемом образце, которое составило 4,11 г кислоты в 100 г лимонного сока.

Способ выделения лимонной кислоты из лимонного сока, согласно методике К. В. Шееле, предполагает реализацию нескольких стадий.

стадия I**стадия II****стадия III****стадия IV**

На первой стадии лимонный сок (ЛС) обрабатывают раствором аммиака, превращая лимонную кислоту в хорошо растворимый в воде

цитрат аммония (1). На второй стадии в результате реакции цитрата аммония (1) с хлоридом кальция образуется растворимая в холодной воде смешанная соль (2), которая на третьей стадии при нагревании в присутствии избытка хлорида кальция превращается в цитрат кальция (3). Растворимость цитрата кальция (3) в воде с повышением температуры уменьшается, и он выпадает в осадок. Последняя стадия процесса предполагает вытеснение лимонной кислоты (4) из ее соли при обработке серной кислотой, при этом ионы Ca^{2+} связываются сульфат-ионами в мало растворимый в воде гипс. Лимонная кислота кристаллизуется из раствора при его упаривании [1, 3].

Таким образом, из 100 г лимонного сока удалось получить 2,33 г лимонной кислоты, вероятно, в виде моногидрата. Принимая во внимание результаты титрования лимонного сока, можно считать, что выход лимонной кислоты составляет 50% от теоретически возможного.

Спектры ЯМР ^1H и $^{13}\text{C}\{-^1\text{H}\}$ полученного кристаллического продукта, зарегистрированные в растворе D_2O на спектрометре Jeol EСХ-400 ЦКП при факультете химии РГПУ им. А. И. Герцена, соответствуют литературным данным и не обнаруживают сигналов заметного количества примесей. При этом в спектре $^{13}\text{C}\{-^1\text{H}\}$ обнаруживаются сигналы всех атомов углерода молекулы, принимая во внимание химическую эквивалентность двух симметричных CH_2COOH относительно центрального атома углерода (C^3). Так, атомы углерода CH_2 групп проявляются сигналом при 43.38 м.д. (C^2, C^4), четвертичный углерод образует сигнал при 73.87 м.д. (C^3), атомы углерода двух эквивалентных карбоксильных групп дают сигнал при 174.33 м.д. (C^1, C^5), а третья карбоксильная группа ($\text{C}^{3'}$) проявляется сигналом при 178.24 м.д. (рис.).

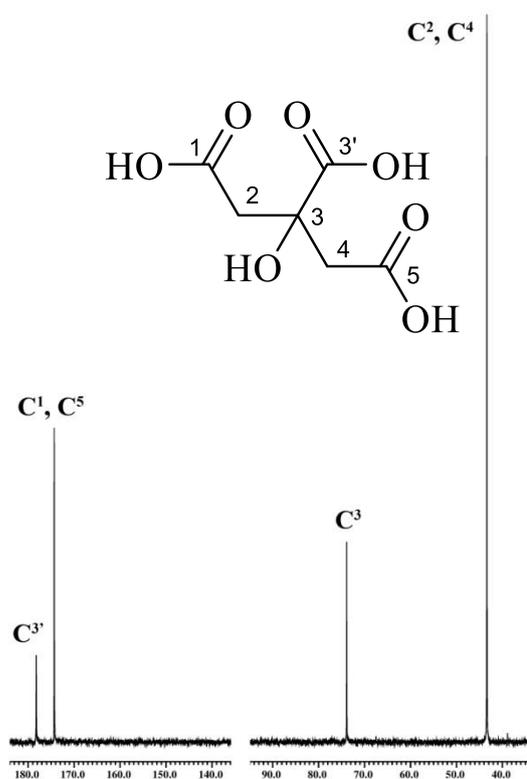


Рис. Спектр ЯМР $^{13}\text{C}\{-^1\text{H}\}$ полученной лимонной кислоты в D_2O .

Таким образом, экспериментально показано, что использование метода К. В. Шееле позволяет выделить достаточно чистую лимонную кислоту из лимонного сока с выходом около 50%.

Список литературы

1. Isolierung von Citronensäure aus Zitronen. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.chemieunterricht.de/dc2/citrone/>
2. Цитович И. К. Курс аналитической химии. – 10-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2009. – 496 с.
3. Isolierung von Citronensäure. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://illumina-chemie.de/citronensaure-t2086.html>

СОЗДАНИЕ ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ С РУЧНОЙ АДАПТАЦИЕЙ ТРАЕКТОРИИ ТЕСТИРОВАНИЯ ПОД МОДЕЛИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

А.А. Голота¹, А.О. Солодникова²

¹БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, ²РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург
andre-golot@yandex.ru

В большинстве российских школ для обучения и контроля знаний по дисциплинам общего профиля применяются программные комплексы (ПК) серии "Школьный наставник" компании НПООО "ИНИС-СОФТ".

На основе изучения документации по ПК [1] выявлены следующие недостатки:

- правильным ответом открытой формы на вопрос к заданию может считаться только один ответ;
- отсутствует возможность создавать задания сложной структуры, включающие несколько типов заданий;
- корректность химических и математических формул при клавиатурном вводе ответов может быть оценена только посимвольным сравнением;
- задание может включать только одну подсказку, влияние использования подсказки на результаты теста не может быть задано;
- сохраняются результаты однократного прохождения тестирования.

Выявленные недостатки были учтены при разработке прототипа ПК.

Цель разработки — создание прототипа адаптивного обучающего ПК, осуществляющего индивидуализированный тренинг учащихся по различным дисциплинам.

На первом этапе создания ПК решались следующие задачи:

- реализация алгоритма загрузки заданий из Microsoft Word;
- реализация алгоритма накопления индивидуальных статистических данных учащихся, необходимых для последующей адаптации тестов, исходя из способностей учащегося и заданных требований к сложности (создание моделей пользователей);
- проектирование единой базы данных приложения;
- разработка и реализация основных алгоритмов тренинга и контроля знаний.

Подготовка тестовых заданий осуществляется в программе Microsoft Word [2] и оформляется в соответствии с определенным синтаксисом. Для каждого задания указываются тема и сложность. Дополнительно может быть указано рекомендуемое время выполнения. Задания могут содержать вопросы к тестовым заданиям в закрытой, открытой и смешанной форме. При этом количество вопросов к одному заданию может быть более одного. Задания смешанной формы представляют гибрид открытой и закрытой форм и могут использоваться при подготовке заданий по химии, включающих химические реакции, когда ввод ответов в открытой форме

затруднен. Такой тип задания позволит значительно уменьшить шанс угадывания. Каждое задание может содержать развернутый комментарий, который показывается после выполнения задания. Каждый вопрос в задании — дополнительные подсказки, использование которых отражается на результатах тренинга. Вопросы в задании (для вопросов с вводом ответов в открытой форме) могут включать несколько правильных и частично правильных ответов. Это может быть необходимо при записи химических реакций в открытой форме ввиду вариативности их записи. Ответ, представляющий собой формулу, помечается как формула, и проверка правильности в данном случае осуществляется по другим алгоритмам. Задания могут включать формулы, картинки и другие объекты, а форматирование заданий сохраняется при демонстрации в ПК.

Общий алгоритм проведения тестирования на данном этапе состоит в последовательной демонстрации учащимся заданий, фиксации результатов их выполнения с учетом правильности ответов, использования подсказок, отклонений от рекомендуемого времени выполнения. В ходе тестирования учащийся может получать подсказки и развернутые правильные решения, что препятствует запоминанию неправильных ответов и концентрирует внимание на правильных [3]. На основании полученных сведений строится и сохраняется статистика освоения тем дисциплины каждым из учащихся с учетом сложности заданий. Рекомендуется начинать тестирование с общего теста для получения начальных сведений о подготовленности учащихся, а на основании полученных данных осуществлять адаптацию последующих тестов с учетом индивидуальных способностей учащихся, выявленных на предыдущих этапах тестирования.

Разработанная обучающая программа позволяет тренировать учащихся решать типовые задачи по различным дисциплинам. Акцент сделан не на оценке уровня знаний на данном этапе тестирования, а на постепенном получении знаний и умений решения задач учащимися в ходе многократного решения задач по выбранным темам с учетом адаптации последовательности заданий под индивидуальные особенности учащихся.

В разработанном прототипе адаптация последовательности тестовых заданий осуществляется преподавателем вручную на основании сохраняемой статистики. В дальнейшем предполагается автоматизация данного процесса с помощью создания алгоритма построения траекторий тестирования на основе моделей пользователей.

Список литературы

1. ИНСТРУКЦИЯ по установке, настройке и эксплуатации программного комплекса "ЗНАК" (версия 1.7) [Электронный ресурс]. URL: <http://cdospbarro.ru/file.php/24/ut.pdf> (дата обращения 28.01.2017).
2. Е.А. Башетов Основы технологизации компьютерного тестирования// ТОО «Полиграф-мир»; Астана, 2011.—241 с.
3. Л. Гостомыслов ТЕСТИРОВАНИЕ: плюсы и минусы// Высшее образование в России. 2001. №3. С. 152-154.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ

Н.В. Кутяшева, А.А. Сутягин

ЮУрГГПУ, Челябинск

Kutyasheva93@mail.ru

В соответствии с требованиями новых Федеральных государственных образовательных стандартов основного общего образования для повышения качества знаний учащихся, развития их познавательных и творческих способностей, надо направлять деятельность учителя на формирование положительной мотивации учащихся, самостоятельное овладение знаниями, творческий подход в обучении [5]. Проектно-исследовательская деятельность в полной мере отвечает этим требованиям, реализуя деятельностный подход к обучению. Главная идея - направленность учебно-познавательного процесса на результат, который достигается при решении практической и (или) теоретической лично и социально-значимой проблемы. В основе метода проектов лежит развитие познавательных навыков, умений самостоятельно конструировать свои знания и ориентироваться в информационном пространстве, развитие творческого мышления [4]. Одной из важных задач образовательного процесса является формирование экологической культуры обучающегося, и для решения этой задачи проектная деятельность может выступать в качестве одного из ключевых механизмов, а экологический эксперимент получил широкое распространение не только в предметах естественнонаучного, но и гуманитарного цикла [1]. В то же время, химия остается одним из основных предметов, позволяющих в полной мере включать экологический аспект в реализацию проектной деятельности как на уроке, так и во внеурочной деятельности учащегося [2,3].

В качестве примера реализации метода проектов во внеурочной деятельности по химии можно привести разработку проекта «Влияние различных факторов на содержание растворенного кислорода в воде». На первом этапе учащийся ставит проблему: определить факторы, влияющие на содержание растворенного кислорода, как одного из наиболее значимых показателей качества воды, определяются задачи и исследовательские методы, позволяющие их решить. При выполнении проектного эксперимента учащийся формирует своё личное информационное пространство, которое направлено на достижение целей проекта. Следовательно, при его организации главное внимание следует уделять мыслительному прогнозированию. На основании анализа литературного материала ученик приходит к выводу о том, что на содержание растворенного кислорода в воде оказывают влияние такие показатели, как температура воды и наличие в ней восстановителей. В результате, опираясь на знания о физико-химических свойствах кислорода и закономерностях протекания окислительно-восстановительных процессов, выдвигается гипотеза о том, что:

1) при понижении температуры воды содержание растворенного кислорода будет возрастать, а при повышении температуры – снижаться;

2) при увеличении содержания в воде восстановителей содержание растворенного в воде кислорода будет уменьшаться.

Для проверки гипотезы учащийся выполняет исследовательский эксперимент, основанный на определении содержания растворенного кислорода по методу Кубеля. Для определения влияния факторов на изменение содержания растворенного кислорода используется водопроводная вода, а также вода, подвергшаяся: а) тепловой обработке (кипячение); б) охлаждению (заморозке); в) воздействию восстановителей (например, сульфид натрия). В результате эксперимента учащийся подтвердил гипотезу о том, что тепловая обработка и увеличение содержания восстановителя приводят к понижению содержания растворенного кислорода, охлаждение воды – к возрастанию определяемого показателя.

Конечным результатом выполнения проекта явилась его защита. Материалы работы были представлены на городских конференциях «Химический калейдоскоп» и «Вода на Земле». Выполнение проекта привело к повышению познавательного интереса к химии, как к учебному предмету, углубились и расширились представления об окислительно-восстановительных процессах и их важности в формировании состава и состояния окружающей среды, о влиянии человека на ее состояние, а также способах контроля экологического состояния системы.

Список литературы

1. Абатуров Е.И. Комплексная программа социально-экологической деятельности «Моя планета» / Е.И. Абатуров, Д.З. Шибкова, И.Л. Качуро, Н.В. Маркина, Н.М. Лисун, А.А. Сутягин, Т.В. Царицына, Л.П. Семенова, О.Н. Клишина, А.Г. Ильина, М.В. Комышова. – Челябинск: ЧГПУ, 2012. – 170 с.
2. Лисун Н.М. Использование проектных задач с экологическим содержанием в подготовке учащихся к реализации проектной деятельности / Н.М. Лисун, Л.Ю. Студеникина. // Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции «Экология в средней и высшей школе: синтез науки и образования». – Челябинск: ЧГПУ, 2016. – с. 61-65
3. Лисун Н.М. Организация внеурочной деятельности по химии и биологии / Н.М. Лисун. // Сборник трудов конференции «Актуальные проблемы естественнонаучной подготовки педагогов». – Астрахань: Сорокин И.В., 2015. – с. 51-54
4. Усова А.В. Проблема совершенствования естественнонаучного образования в школе: поиски и находки. / А.В. Усова, М.Д. Даммер, В.С. Елагина, М.Ж. Симонова. – Челябинск: ЧГПУ, 2010. – 120 с.
5. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования/ Министерство образования и науки Российской Федерации. – М., 2010.

КСАНТЕНОВЫЙ КРАСИТЕЛЬ ЭОЗИН: СИНТЕЗ И ПРИМЕНЕНИЕ В МЕДИЦИНЕ

А.С. Потанова¹, В.Ю. Музыка¹, С.В. Макаренко²

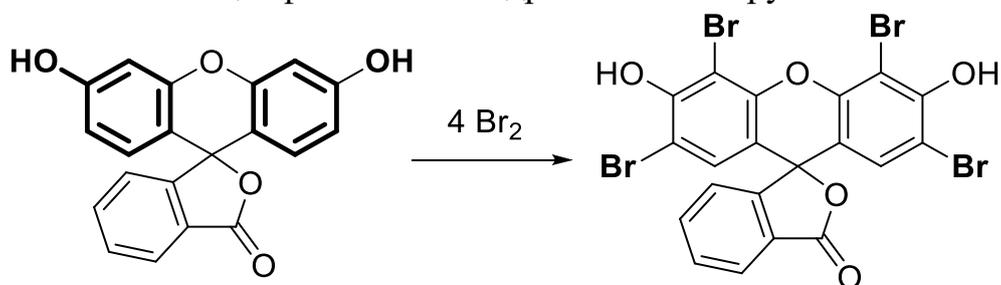
¹МБОУ Гатчинская СОШ №1, ²ФГБОУ ВО РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург
kohrgpu@yandex.ru

Красители – это большая группа веществ, значение которых в современном мире огромно. Учитывая разнообразие красящих соединений, в химии красителей введены различные классификации, использующие в своей основе соответствующие характеристики красителя. В классификации по химическому строению интересную группу красителей составляют трифенилметановые красители, некоторые из которых нашли применение в медицине. Так, например, широкое распространение получил бриллиантовый зелёный (зелёнка), обладающий антисептическими свойствами.

В настоящем исследовании осуществлен синтез представителя трифенилметановых красителей, а точнее ксантеновых красителей – эозина.

Эозин используется в качестве флюорохромов в гистологии и гематологии в виде 0,1-1% водного или спиртового раствора.

Его синтез предполагает проведение реакции бромирования избытком брома флуоресцеина [1]. Наличие в молекуле исходного флуоресцеина двух фенольных фрагментов обуславливает легкость протекания реакции электрофильного ароматического замещения в *орто*-положения ароматических колец к фенольным гидроксильным группам.



Действительно, обработка суспензии флуоресцеина в этаноле молекулярным бромом первоначально сопровождается растворением исходного вещества (образуется промежуточный хорошо растворимый дибромфлуоресцеин), а затем в осадок выпадает тетрабромфлуоресцеин (эозин) [1], который удалось получить с выходом 69%.

Список литературы

1. Органический синтез: Учебное пособие для студентов педагогических институтов по химическим и биологическим специальностям. / Под редакцией Васильевой Н.В. – М.: Просвещение. – 1986, 366 с.

АЗОКРАСИТЕЛЬ ГЕЛИАНТИН: СИНТЕЗ И ПРИМЕНЕНИЕ В КАЧЕСТВЕ ИНДИКАТОРА

Ф.В. Тимашов¹, В.Ю. Музыка¹, С.В. Макаренко²

¹МБОУ Гатчинская СОШ №1, ²ФГБОУ ВО РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург

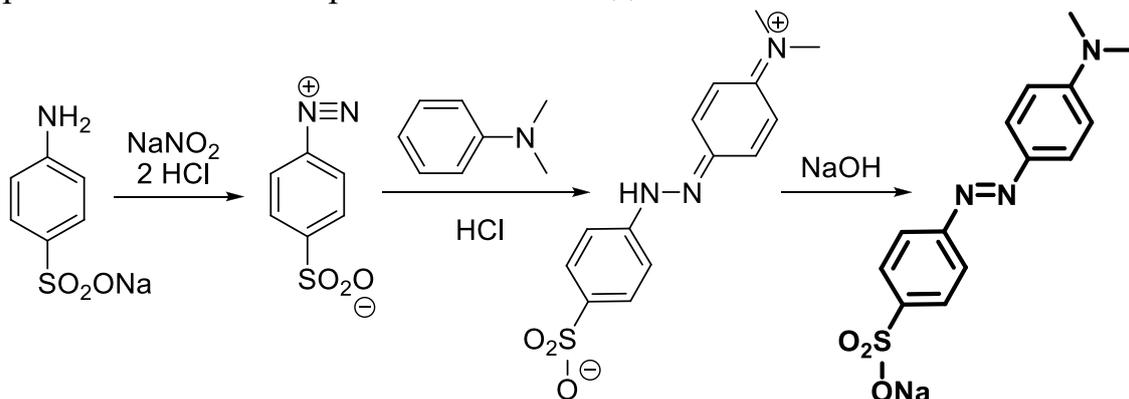
kohrgpu@yandex.ru

Азокрасители являются наиболее обширной группой органических красителей, среди которых присутствуют не только красящие соединения, но и вещества, способные менять окраску в зависимости от рН раствора. Такие соединения, известные под названием индикаторы, активно используются в аналитической химии вплоть до настоящего времени. Так, например, *конго красный* находит применение для фотохимического определения нитратов.

Получение большинства азокрасителей осуществляется в две стадии – путем диазотирования первичного ароматического амина и последующего азосочетания полученной соли диазония с ароматическим соединением, содержащим электронодонорный заместитель.

В рамках настоящего проекта осуществлен экспериментальный синтез кислотно-основного индикатора – *гелиантина (метилового оранжевого)* в соответствии со стандартной схемой получения азокрасителей.

Реакция диазотирования натриевой соли *n*-аминобензолсульфокислоты (сульфаниловой кислоты) приводила к образованию соответствующей соли диазония, которую без выделения из реакционной среды вводили в реакцию азосочетания с *N,N*-диметиламином. При подщелачивании полученной реакционной массы получали оранжевый порошок метилового оранжевого с выходом 45%.



Экспериментальная проверка свойств полученного вещества как индикатора показала, что в кислой среде он, действительно, окрашивается в красный цвет, а в щелочной среде – в желтый.

Список литературы

1. Органический синтез: Учебное пособие для студентов педагогических институтов по химическим и биологическим специальностям. / Под редакцией Васильевой Н.В. – М.: Просвещение. – 1986. С. 248.

Алфавитный указатель

А

Абоскалова Н.И. – с. 18, 35
Алиев Т.А. – с. 69
Ализада Л.М. – с. 18
Алифханова Л.М. – с. 107
Антонова Л.В. – с. 20
Ануфриев С.А. – с. 34
Аполлонов В.И. – с. 56
Архипов Н.А. – с. 132
Асадуллина А.Э. – с. 22
Астахов И.А. – с. 108
Астахова А.С. – с. 109
Атларова А.В. – с. 23, 110
Ахмедов Э.И. – с. 80, 86
Ахмедова Н.Ф. – с. 69, 89

Б

Бабенко В.А. – с. 134
Байчурин Р.И. – с. 18, 35, 45, 54
Байчурина Л.В. – с. 36
Балачевская О.В. – с. 56
Басистая А.О. – с. 60
Бебякина Е.В. – с. 24
Бекин В.В. – с. 25, 42
Белинский Г.В. – с. 135
Беляев А.Н. – с. 14
Берестовицкая В.М. – с. 18, 24, 45, 46, 54
Бойцова Т.Б. – с. 84
Бормотин А.А. – с. 25
Брандт Ю.А. – с. 61
Брегадзе В.И. – с. 34
Булатов А.В. – с. 115
Бутуева А.А. – с. 63
Бушманова Е.Л. – с. 65

В

Варламова А.А. – с. 112
Василевская А.К. – с. 76
Васильев А.Н. – с. 26
Васильева О.С. – с. 24, 40
Вердиева Л.Р. – с. 89
Викарчук А.А. – с. 101
Викторов Н.Б. – с. 31
Виноградов А.П. – с. 27
Волков А.А. – с. 67

Г

Ганбарова Е.А. – с. 69
Гахраманов Т.О. – с. 80

Гиба И.С. – с. 29
Голованов А.А. – с. 25, 38, 42, 44, 124
Голованова В.А. – с. 11
Голота А.А. – с. 137
Горбунова В.В. – с. 61
Городничева Н.В. – с. 24, 40
Григорьев А.Г. – с. 135
Гришаев В.П. – с. 134

Д

Давлетбаева П.Н. – с. 115
Данилова Ю.С. – с. 70
Дмитриев А.В. – с. 31
Догадина А.В. – с. 22, 31, 37
Доронина Е.П. – с. 32
Дрынина А.П. – с. 71
Дубовик П.А. – с. 33
Дяченко В.Д. – с. 41

Е

Евсюков А.И. – с. 134
Егоров Д.И. – с. 55
Егоров Д.М. – с. 22, 37
Егорова А.В. – с. 31
Ермаков И.А. – с. 74
Ерохина С.А. – с. 34
Ефимов Д.А. – с. 72
Ефимова Т.П. – с. 23, 48, 58
Ефремова И.Е. – с. 33, 46, 47

Ж

Жарков Р.Ю. – с. 116

З

Зеленская В.С. – с. 35
Злотников Э.Г. – с. 132
Злотский С.С. – с. 25
Зубенко Т.К. – с. 74

И

Иванов В.А. – с. 76
Иванов Д.М. – с. 83
Ильяслы Т.М. – с. 89
Илюшин Д.О. – с. 78
Исаева Е.И. – с. 63, 67, 71
Искендерова А.А. – с. 80
Исмайлова С.Б. – с. 69

К

Кавун О.Ю. – с. 41
Калинин В.М. – с. 36

Карцев Д.Д. – с. 37
Керимли Ф.Ш. – с. 81
Кириллова С.А. – с. 78, 105
Кирина Ю.В. – с. 83
Коган В.Е. – с. 72, 97
Колесникова О.А. – с. 118
Колосова Е.М. – с. 15
Кондрашкова И.С. – с. 87
Костин М.А. – с. 29
Кравченко А.В. – с. 33
Крайнов Д.С. – с. 84
Крикухина Е.В. – с. 119
Кукушкин В.Ю. – с. 13
Кунавин Ю.А. – с. 38, 44
Курчавов Д.С. – с. 85
Кустин Р.П. – с. 39
Кутяшева Н.В. – с. 139

Л

Лещева Ю.К. – с. 121
Логинова Е.С. – с. 123
Лукьянова Н.И. – с. 123
Лыщиков А.Н. – с. 26

М

Магеррамов А.М. – с. 81
Макаренко С.В. – с. 20, 27, 39, 135, 141, 142
Мамедов С.Э. – с. 69, 80, 81, 86, 89
Мамедова А.З. – с. 86
Мартинсон К.Д. – с. 87
Марчук А.А. – с. 107
Маслобойщиков С.С. – с. 88
Масмалиева Т.А. – с. 89
Мирзаи Д.И. – с. 86
Мирзалиева С.Е. – с. 86
Музыка В.Ю. – с. 141, 142
Муллоярова В.В. – с. 29
Мухина Е.С. – с. 50
Мышко С.С. – с. 40

Н

Назаренко Л.А. – с. 53
Насакин О.Е. – с. 26
Недилько В.Е. – с. 91
Нестеренко Ю.Ю. – с. 41
Неудачина Л.К. – с. 107, 121
Никольский В.М. – с. 112, 123
Новиков А.С. – с. 83
Новикова А.О. – с. 124
Новикова Е.А. – с. 113
Новикова Т.А. – с. 23, 48, 58
Ноговицин И.В. – с. 92

О

Один И.С. – с. 42
Остроглядов Е.С. – с. 24, 40

П

Папченко Б.П. – с. 74
Певзнер Л.М. – с. 32
Пелишко В.В. – с. 20, 27, 39
Пестов А.В. – с. 107, 121
Петров М.Л. – с. 32
Петрова Ю.С. – с. 107
Пиль Л.И. – с. 118
Писарева В.С. – с. 25, 42, 101, 102
Питерская Ю.Л. – с. 37
Показанова В.А. – с. 94
Полукеев В.А. – с. 32
Потапова А.С. – с. 141
Пралиев К.Д. – с. 53
Проскурина О.В. – с. 92
Пузык М.В. – с. 74

Р

Ракшин С.О. – с. 44
Раскильдина Г.Р. – с. 25
Решетников А.А. – с. 45
Роговая О.Г. – с. 110
Родин М.П. – с. 36
Романов А.Е. – с. 101
Рябинин А.Е. – с. 46

С

Савельев И.И. – с. 47
Савельев С.Д. – с. 39
Сазонова М.В. – с. 40
Сараева Т.А. – с. 41
Сатинский Д. – с. 115
Севостьянов И.А. – с. 56
Сейлханов О.Т. – с. 53
Сейлханов Т.М. – с. 53
Семенов К.Н. – с. 65
Сергеев В.Д. – с. 48
Сергиенко Т.Д. – с. 95
Серебрянникова А.В. – с. 33, 46, 47
Сиваев И.Б. – с. 34
Сивкова А.С. – с. 47
Сидоренко А.В. – с. 50
Скрыльникова М.А. – с. 52
Соболева О.А. – с. 125
Собянина Д.О. – с. 94, 95, 99
Солих П. – с. 115
Солодникова А.О. – с. 137
Соснин И.М. – с. 9101

Стожаров В.М. – с. 61, 65

Сутягин А.А. – с. 139

Т

Тарасова Е.Д. – с. 67

Тенизбаева С.А. – с. 99

Терентьева Д.А. – с. 99

Тимашов Ф.В. – с. 142

Тиссен О.И. – с. 121

Тихомирова И.Ю. – с. 116, 127, 129

Толстой П.М. – с. 29

Тупикова Е.Н. – с. 113

У

Убоженко Д.В. – с. 53

Улесова Д.А. – с. 101, 102

Усиков А.С. – с. 74

Ф

Федорущенко А.А. – с. 54

Фоменко В.М. – с. 127

Х

Хорькова Н.С. – с. 119

Хохолус П. – с. 115

Храмчихин А.В. – с. 52

Храпова Е.К. – с. 103

Ц

Цветкова И.В. – с. 124

Цепкова В.В. – с. 104

Ч

Чалый А.А. – с. 129

Черепкова И.А. – с. 87

Черняев В.А. – с. 72, 97

Чигорина Е.А. – с. 55

Чигорина Т.М. – с. 55

Чупрынина Д.А. – с. 118

Ш

Шаройко В.В. – с. 65

Шахпаронова Т.С. – с. 94, 95, 99

Швец О.В. – с. 56

Шилоп М.С. – с. 105

Щ

Щербатенко Н.Р. – с. 56

Щетинская О.С. – с. 125

Э

Эминова С.Ф. – с. 80

Я

Яцкунайге А.Н. – с. 58

Научное издание

ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ XXI ВЕКА

Сборник материалов IV Всероссийской студенческой конференции с международным участием, посвященной 220-летию ФГБОУ ВО «Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена»

Дизайн обложки: С.В. Макаренко, О.Ю. Озерова

Вёрстка: Е.И. Исаева, С.В. Макаренко, Р.И. Байчурин, В.В. Пелипко

ЦНИТ «АСТЕРИОН»

Заказ № 042. Подписано в печать 10.03.2017 г. Бумага офсетная

Формат 60×84¹/₁₆. Объем 9,25 п.л. Тираж 100 экз.

Санкт-Петербург, 191015, а/я 83,

тел. /факс (812) 685-73-00, 663-53-92, 970-35-70

asterion@asterion.ru