

Российская академия наук
Министерство образования и науки Пермского края
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Пермский федеральный исследовательский центр УрО РАН
Институт технической химии Уральского отделения
Российской академии наук



VIII Всероссийская конференция
с международным участием
посвященная 300-летию Российской академии наук

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ. ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ

СБОРНИК ТЕЗИСОВ ДОКЛАДОВ

9 – 13 сентября 2024

ПЕРМЬ

Российская академия наук
Министерство образования и науки Пермского края
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Пермский федеральный исследовательский центр УрО РАН
Институт технической химии Уральского отделения
Российской академии наук

**VIII Всероссийская конференция
с международным участием
«Техническая химия. От теории к практике»,
посвященная 300-летию Российской академии наук.**

9 – 13 сентября 2024 г.

Пермь 2024

УДК 66.0(082)
ББК 35.10Я 431
Т 38

Тезисы VIII Всероссийской конференции с международным участием «Техническая химия. От теории к практике», посвященной 300-летию Российской академии наук: Сб. тезисов / под ред. Г.В. Черновой; «Институт технической химии УрО РАН» – филиал ПФИЦ УрО РАН. – Пермь, 2024. – 180 с.

В сборник включены материалы VIII Всероссийской конференции с международным участием «Техническая химия. От теории к практике», посвященной 300-летию Российской академии наук. Издание предназначено для ученых, аспирантов, студентов химического профиля, профессорско-преподавательского состава высшей школы, а так же инженеров, химиков-технологов реального сектора экономики.

© Институт технической химии УрО РАН, 2024

Организационный комитет

VIII Всероссийской конференции с международным участием «Техническая химия. От теории к практике», посвященной 300-летию Российской академии наук

В.Н. Стрельников	председатель, чл.-корр. РАН, Пермь
В.Н. Чарушин	зам. председателя, академик РАН, Екатеринбург
С.Н. Чвалун	чл.-корр. РАН Москва
М. Балашою	в.н.с., Бухарест, Румыния
В.А. Островский	д.х.н., профессор, Санкт-Петербург
К.П. Волчо	д.х.н., профессор, Новосибирск
И.В. Машевская	д.х.н., профессор, Пермь
В.А. Бакулев	д.х.н., профессор, Екатеринбург
Ю.В. Шкляев	д.х.н., профессор, Пермь

СЕКРЕТАРЬ КОНФЕРЕНЦИИ

Г.В. Чернова	к.т.н., Пермь
--------------	---------------

СОДЕРЖАНИЕ

Balasoiu I M., Astaf'eva S., Ivanova E., Lebedeva E., Trukhinov D., Ivankov O., Gorshkova I Yu, Lis O. Study of fibers and their polymer composites using the small-angle x-ray scattering method	14
Буланова А.В., Виноградов К.Ю., Шафигулин Р.В. Новые материалы для недорогих эффективных водородных щелочных топливных элементов	15
Горбунова М.Н., Овчарук А.В., Лемкина Л.М. Гуанидиниевые полиамфолиты: синтез, модификация, Биоцидные свойства	16
<u>Kichanov S.E.</u> , Kozlenko D.P., Bălăşoiu M. The possibilities of neutron methods for studying the structural aspects of the formation of physical properties of materials	17
Лисичкин Г.В. Химическая гидрофобизация неорганических материалов	18
Ситников П.А., Михайлов В.И., Мартаков И.С., Торлопов М.А., Легкий Ф.В. Кислотно-основные взаимодействия в эмульсиях пикеринга, стабилизированных нанокристаллическими полисахаридами	19
Хименко Л.Л., Бердников Р.А., Исаев О.Ю. Разработка высокоэффективных пиротехнических составов для генераторов терморасширенного графита	20
Цобкалло Е.С. Исследование и моделирование функциональных свойств нанокомпозитов, полученных на основе волокнообразующих термопластичных матриц	21
Шайдурова Г.И., Васильев И.Л. Современные тенденции и направления исследований в области химии полимеров, композитов и защитных покрытий для ракетно-космической техники	22
Аверкина А.С., Вальцифер В.А. Влияние иодидов металлов на термоустойчивость гибридных порошковых систем AgI-SiO ₂	23
Батуева Т.Д., Горбунова М.Н., Заболотных С.А., Гоголишвили В.О. Фосфорсодержащие сополимеры как сорбенты легких редкоземельных металлов	24
Бороздин И.А., Даровских А.В., Михайлов Ю.М. Исследование возможности модификации нитратцеллюлозных пленок с помощью нитратов циклодекстринов	25
Бороздина А.А., Курбатов В.Г., Малков Г.В. Создание полимерной основы для электронно-лучевых резистов	26
Ботин А.В., Астафьева С.А., Лебедева Е.А. Анализ распределения по размерам углеродных волокон в результате механодеструкции в композитах на основе абс-пластика	27
Ваулина В.Н., Чеканова Л.Г., Гвиздон А.А., Волошин С.В., Харитонов А.В. Экстракция никеля реагентом гвик 1519 как способ переработки сернокислых растворов бактериального выщелачивания окисленных никелевых руд	28
Виноградов К.Ю., Давыдов В.М., Шафигулин Р.В., Буланова А.В. Каталитические свойства унт, допированных фталоцианинами металлов, синтезированных при различных температурах	29
Воронина Н.С., Вальцифер И.В., Санникова А.Д., Вальцифер В.А. Разработка состава для гелеобразования растворов, насыщенных по хлоридам натрия и калия для защиты горных выработок от шахтных рассолов	30
Воронина Н.С., Вальцифер В.А. Изучение влияния условий термического	

воздействия на растворы терполимеров акриламида, акрилонитрила и 2-акриламидо-2-метилпропансульфоновой кислоты	31
Гаврилов А.С., Крашенинин А.Г., Волошин С.В., Гвиздон А.А. Переработка производственных растворов бактериального выщелачивания бедной окисленной никелевой руды	32
Галаева З.Р., Храмцов П.В. Синтез флуоресцентных альбуминовых наночастиц методом десольватации	33
Гоголишвили В.О., Гусев В.Ю. Закономерности адсорбции 4-(1-нафтилазо)нафта-1 на поверхности халькопирита	34
Головачева А.А., Казарина О.В., Головкина А.И., Маркин З.А. Получение циклических карбонатов на основе CO ₂ с использованием ионных жидкостей – как способ понижения концентрации CO ₂ в атмосфере	35
Голынец О.С., Шохина О.С., Медведевских М.Ю. Применение метода ТГА/МС при изучении процессов выделения воды и углерода при нагреве проб продуктов переработки и сжигания углей	36
Городилова А.И., Лебедева Е.Л., Петрова Ю.С. Сорбционное концентрирование хлортетрациклина с использованием катионита КУ-2	37
Губанова Н.Н., Матвеев В.А., Шилова О.А. Получение золь-гель композиционных пленок методом центрифугирования (SPIN COATING)	38
Гусельникова Т.Я., Лепешонкова Ю.В., Цыганкова А.Р., Хаптаханова П.А., Успенский С.А., Соловьева О.И., Разумова И.А., Волженин А.В., Каныгин В.В. Определение бора после экспериментов <i>in vivo</i> с наночастицами бора методом АЭС ДДП	39
Долгих И.Ю., Буликеева А.М., Петрова Ю.С., Пестов А.В. Сорбция ионов благородных металлов поли(п-сульфоэтиламинметилстиролом)	40
Дружинин В. Д., Бабаев А.И. Идентификация строения изомерных звеньев полиглицидилтриазола с помощью 2d ямр-спектроскопии	41
Дунец Е.В., Бабаев А.И. Изучение процесса нитрования эпоксицирированного полибутадиена пентаоксидом азота	42
Дунец Е.В., Бабаев А.И. Эпоксицирирование полибутадиена с использованием пероксофосфорновольфрамового катализатора	43
Дучак А.Р., Кодолова-Чухонцева В.В., Розова Е.Ю., Колбе К.А., Смирнова Н.В., Юдин В.Е. Композиционные материалы на основе хитозана и библингина и их характеристики	44
Заболотных С.А., Савчук А.В., Чеканова Л.Г. Пенополиуретаны, модифицированные органическими комплексообразователями, как сорбенты ионов металлов	45
Заболотных С.А., Денисова С.А. Осаждение и флотационное извлечение ионов РЗЭ (III) анионогенными поверхносто-активными веществами	46
Шайдунова Г.И., Лобковский Д.С., Заморина М.С. Особенности получения полиэфирных смол и перспективы их применения в композиционных материалах	47
Иванова Е.В., Лебедева Е.А., Трухинов Д.К., Истомина Т.С., Астафьева С.А. Влияние функциональных добавок на термостойкость акрилонитрилбутадиенстирола	48
Кариев И.Р., Горбунова М.Н., Батуева Т.Д. Сополимеризация N,N-диаллил-	

№'-неопентаноилгидразина с акриловыми мономерами	49
Кондрашова Н.Б., Савастьянова М.А., Ухин К.О. Свойства диоксида циркония, полученного различными вариантами темплатного гидротермального синтеза	50
Кононов Е.А., Чеканова Л.Г., Гусев В.Ю. Исследование комплексообразования 1-изопропокситиокарбонил-2-бензоилгидразина с ионами меди (II) и цинка (II) методом осаждения	51
Копылов Д.Д., Овчарук А.В., Горбунова М.Н., Лемкина Л.М. Физически сшитые полимерные гидрогели на основе альгината и гуанидиниевых полиамфолитов	52
Красикова А.П., Андрейков Е.И., Антонов Д.О., Первова М.Г., Жилина Е.Ф. Термическая модификация каменноугольных и нефтяных пеков	53
Кузнецова К.Я., Ефимова В.Я., Петрова Ю.С., Казанцев Д.А., Пестов А.В., Неудачина Л.К. Выбор оптимальных условий разделения ионов золота (III) и палладия (II) сорбентами на основе сшитых поливинилимидазолов	54
Лебедева Е.А., Астафьева С.А., Иванова Е.В., Трухинов Д.К. Влияние технологических параметров литья под давлением на прочностные характеристики АБС пластика	55
Лебедева К.Н., Порозова С.Е., Максимова А.Г. Исследование поверхности пенокерамических фильтров для жаропрочных сплавов	56
Макарова М.А., Сеничев В.Ю. Гибридные полиуретанмочевины	57
Минина Д.С., Старцева М.И., Лебедева Е.А., Астафьева С.А., Трухинов Д.К., Иванова Е.В. Анализ термических и физико-механических свойств композиционного материала на основе АБС-пластика	58
Муниров А.Ф.1., Псянчин А.А. Получение полимерных композитов на основе термопластичных полимеров с включением углеткани	59
Овчарук А.В., Горбунова М.Н., Лемкина Л.М. Биоцидные би-полимерные гидрогели на основе каррагинана и гуанидиниевых полиамфолитов	60
Ощепкова Т.Е., Савастьянова М.А., Кондрашова Н.Б., Ухин К.О. Исследование методами термического анализа процессов формирования диоксида циркония в зависимости от природы прекурсоров	61
Папулова Г.Н., Задорожный И.В. Декорирование пористого фаянса высокотемпературной деколью с низкотемпературным обжигом	62
М.В. Перепада, В.Ю. Сеничев Сравнительная оценка термостойкости полиуретанмочевин в условиях воздействия повышенных температур	63
Погорельцев Э.В., Сеничев В.Ю. Изучение особенностей абразивного износа полиуретанов	64
Поморцева Т.Н., Свистков А.Л., Лысенко С.Н., Ощепкова Т.Е. Исследование применимости цианэфирных смол для отверждаемых надувных конструкций в условиях открытого космоса	65
Попок В.Н. Корреляционные инварианты кривых напряжение-деформация одноосного растяжения полимерных композиций	66
Разницына В.М., Шафигулин Р.В., Буланова А.В. Термодинамические характеристики сорбции фенольных кислот на HYPERCARB из растворов, содержащих ионные жидкости, методом ОФ ВЭЖХ	67
Решетова Е.Н., Барашкова А.С. Закономерности разделения и удерживания	

стереоизомеров дипептидов на адсорбентах с привитыми антибиотиками	68
Сабурова А.И., Шамсутдинов А.Ш. Получение огнетушащих порошков на основе сферических супрачастиц со структурой ядро (моноаммонийфосфат) – оболочка (гидроксид магния)	69
Савастьянова М.А., Кондрашова Н.Б., Ухин К.О., Вальцифер В.А. Влияние ультразвукового воздействия на свойства оксида циркония	70
Савчук А.В., Сеничев В.Ю., Макарова М.А., Погорельцев Э.В. Влияние бинарного пластификатора на формирование структуры и свойств полиуретанмочевинных материалов	71
Садыгова А.И., Багирзаде Г.А. Синтез 2-диэтиламинметил-1-(п-винилфенил) циклопропана как мономера для получения гомо - и сополимеров	72
Садыгова А.И., Багирзаде Г.А. Синтез 2-хлорфеноксикарбонил-1-(п-винилфенил) циклопропана как мономера для получения гомо - и сополимеров	73
Садыгова А.И., Багирзаде Г.А., Теюбова А.Ю. Синтез 2-феноксикарбонил-1-(п-винилфенил) циклопропана как мономера для получения гомо - и сополимеров	74
Садыгова А.И., Багирзаде Г.А., Теюбова А.Ю. Синтез 2-хлорметил-1-(п-винилфенил) циклопропана как мономера для получения гомо - и сополимеров	75
Саенко Е.В., Кондрашова Н.Б., Вальцифер И.В., Вальцифер В.А. Темплатный синтез наноструктурированных материалов с заданными свойствами на примере SiO ₂ и MnO ₂	76
Санникова А.Д., Шамсутдинов А.Ш. Получение огнетушащих порошков на основе сферических супрачастиц со структурой ядро (моноаммонийфосфат) – оболочка (диоксид кремния)	77
Слободинюк А.И., Смоляк А.А., Перевошикова А.Н., Слободинюк Д.Г. Синтез олигоэфирдиакрилата на основе олигопропиленоксиддиола	78
Требунских К. А., Токранов А. А., Токранова Е. О., Шафигулин Р. В., Буланова А. В. Влияние никеля на каталитические свойства мезопористого силикагеля, допированного тербием, модифицированного серебром	79
Трухинов Д.К., Лебедева Е.А., Иванова Е.В., Малкин А.И., Чечеткин В.А., Коротков А.Н., Астафьева С.А. Исследование свойств композитов на основе АБС пластика, наполненного углеродным волокном, модифицированным частицами гексаферрита бария	80
Усманова Д.О. Фазовые равновесия и экстракция ионов металлов в системах вода – тартрат или цитрат натрия – неонол АФ 9-10	81
Козлов Л.С., Ухин К.О., Савастьянова М.А. Вальцифер В.А., Стрельников В.Н. Влияние метода получения на каталитические свойства оксида цинка, высаженного на поверхность углеродного носителя	82
Ханова В.Р. Применение низкотемпературного сольволиза как метод определения содержания связующего в углепластиках	83
Храмцов П.В. Оптимизация состава субстратных растворов для различных наночастиц-миметиков пероксидазы хрена	84
Хромов А.В. Полимерорастворимые красители нового поколения для окраски в массе полимерных материалов	85

Целищев Ю.Г., Вальцифер В.А., Шамсутдинов А.Ш. Взаимодействие частиц наполнителя и закономерности течения полимерных и сыпучих композиций	86
Чашина Е.В., Фарберова Е.А. Исследование влияние аниона в составе солей меди (II) на характер их кристаллизации на поверхности активной угольной ткани	87
Шабарова Е.К., Колбе К.А., Смирнова Н.В., Кодолова-Чухонцева В.В., Юдин В.Е. Композиционные материалы на основе хитозана и наночастиц гидроксиапатита в технологиях механической регуляции клеточных и тканевых процессов восстановления	88
Шайдурова Г.И., Васильев И.Л., Шевяков Я.С. Исследование особенностей материалов и покрытий на основе хлорсульфированного полиэтилена	89
Аксенов А.В., Аксенова А.А., Кузминов И.К., Аксенов Н.А., Аксенов Д.А. Синтезы на основе электрофильного аминирования аренов	90
Бакулев В.А., Березкина Т.В., Силайчев П.С. Прогресс в химии гетероциклических соединений, содержащих экзоциклические двойные связи	91
Бургарт Я.В., Горяева М.В., Куш С.О., Салоутин В.И. Новый подход к конструированию фторсодержащих карбо- и гетероциклов	92
Волчо К.П. Как разрабатывают низкомолекулярные лекарства?	93
Коротаев В.Ю., Мищенко М.А., Гомзикова Е.М., Твердохлебов Н.А., Кочнев И.А., Зимницкий Н.С., Барков А.Ю., Сосновских В.Я. 1-полифторалкил-3-стирил-1,3-дикетоны в синтезе пиримидинов, триазолопиримидинов и 1,5-бензодиазепинов	94
Ившина И.Б., Куюкина М.С., Криворучко А.В. Специализированные микробные ресурсные центры: движущая сила растущей биоэкономики	95
Мамедов В.А. Перегруппировки спирогетерохиноксалинонов, ведущих к новым би- и конденсированным гетероциклам	96
Островский В.А., Чернова Е.Н., Жаковская З.А. Продукты разложения 2,5-диарилтетразолов как исходные реагенты вторичных химических и биохимических реакций	97
Рубцов А.Е. Новые аксиально-хиральные бипиридин N,N'-диоксиды и их применение в асимметрическом катализе	98
Фисюк А.С., Костюченко А.С., Ульянов Е.Б. Фотохимическая циклизация как ключевая стадия в синтезе конденсированных производных тиофена и тиазола	99
Shutalev A. D., Fesenko A. A. Recent advances in the synthesis of heterocyclic semicarbazides and related compounds: from 1,2,4-triazoles to 28-membered polyaza macrocycles	100
Андреева А.А., Шкляев Ю.В., Масливец А.Н. Взаимодействие ароилпировиноградных кислот с гидрозидами карбоновых кислот	101
Багирзаде Г.А. Парофазный окислительный аммонолиз 4-хлор-о-ксилола IV. Скорости реакций маршрутов и их константы	102
Багирзаде Г.А., Кулиев Ф.А. Парофазный окислительный аммонолиз 4-хлор-о-ксилола VI. Механизм образования продуктов реакции	103
Багирзаде Г.А., Кулиев Ф.А. Парофазный окислительный аммонолиз 4-хлор-о-ксилола VII. О последовательности активации метильных групп	104
Шуфаева Д.А., Шкляева Е.В., Абашев Г.Г., Бакиев А.Н. Синтез и свойства 2-	

замещенных 4-метилтиено[2,3- <i>b</i>]-пиримидинов	105
Файрушина А.И., Балтина Л.А. Селективный синтез аминокислотных конъюгатов глицирризиновой кислоты с помощью N-оксифталимида-N,N'-дициклогексилкарбодиимида	106
Барановский А.Д., Щегольков Е.В., Бургарт Я.В., Салоутин В.И. 4-циклоаминозамещенные полифторбензойные и полифторсалициловые кислоты и их эфиры: синтез и биологическая активность	107
Белозёрова Д.Н., Суханова П.В., Дмитриев М.В., Машевская И.В. Взаимодействие пирролобензоксазинтрионов с N-ацетилцистеином: синтез 5-тиозамещенных производных 3-гидрокси-1,5-дигидро-2 <i>H</i> -пиррол-2-онов	108
Борисова Ю.Г., Пятибратова С.Г., Султанова Р.М., Злотский С.С. Синтез солей на основе 4-винил-пиридина и их цитотоксическая активность	109
Варфоломеева В.В., Терентьев А.В. Особенности протекания каталитических процессов в системе ацилхлорид – спирт	110
Васев Ю.А., Насибуллина Е.Р., Макаров А.С., Учускин М.Г. Прерванная Pd(II)-катализируемая фуран-иновая циклизация в синтезе аннелированных пиридазинов	111
Васильева А.Ю., Александрова А.К., Рубцов А.Е. Получение новых производных природных дитерпенов ингибиторов продуцентов (p)ppGpp	112
Васильева М.И., Ковальчукова О.В. Азопиразолон, содержащие сульфаниламидные и сульфоновые фрагменты. Синтез, свойства, комплексообразование	113
Ворожейкин М.И., Лукьянова А.А., Даровских А.В., Михайлов Ю.М. Получение и изучение свойств водорастворимых нитратов циклодекстринов	114
Галайко Н.В., Белоглазова Ю.А., Гришко В.В. Озонолиз лупанового а-пентациклического еп-нитрила	115
Галеев А.Р., Дмитриев М.В., Масливец А.Н. Однореакторный синтез аминоизоиндолинонов и пирроло[3,4- <i>c</i>]пиридинов на основе превращений фуран-2,3-дионон	116
Горбунов А.А. Триметилсиланол как водорастворимый стандарт для спектроскопии ямр ¹ H	117
Горохов В.Ю., Васянин А.Н., Шуров С.Н., Заболотных С.А. Механизм аминоксидного обмена на примере синтеза гетерилированных оснований шиффа	118
Градова Е.В., Алексеева В.А., Хасанов А.Ф., Учускин М.Г., Мендограло Е.Ю. Синтез и изучение свойств производных 5,6-дигидробензо[4,5]имидазо[1,2- <i>c</i>]хиназолинон	119
Грищенко М.В., Худина О.Г., Бургарт Я.В., Махаева Г.Ф., Болтнева Н.П., Рудакова Е.В., Ковалева Н.В., Салоутин В.И. Синтез конъюгатов ипидакрина с окса/азагетероциклами как селективных ингибиторов бутирилхолинэстеразы	120
Денисов М.С., Воронина А.О. Влияние модификаций тритерпеноидных лигандов на цитотоксичность комплексов Pd(II): синтез, оценка и структурно-активные взаимосвязи	121
Деревнина А.О., Андреева А.А., Масливец А.Н. Исследование взаимодействия фурандионон с мочевиной и тиомочевиной	122
Елхов И. А., Толмачева И.А. , Гришко В.В. Перегруппировка тритерпеновых	

1 α -гидрокси-2 α ,3 α -эпоксидов в условиях катализа кислотами Льюиса Елькина Н.А., Щегольков Е.В., Бургарт Я.В., Махаева Г.Ф., Болтнева Н.П., Рудакова Е.В., Ковалева Н.В., Салоутин В.И. 2-арилгидразинилиден-3-оксо-3- пропановые кислоты: синтез и биологические свойства	123 124
Ермакова Л.С., Леонтьев Н.О., Аракчеев В.В., Глушков В.А. Получение N- гетероциклических карбеновых комплексов палладия(II)	125
Зайцев В.П., Буркин Г.М., Аннадурдыева С., Зубков Ф.И. Особенности циклоприсоединения электронодефицитных алкинов к бис-фуриланилинам	126
Захарова А.Д., Даровских А.В., Михайлов Ю.М. Исследование возможности использования γ - циклодекстрина для повышения растворимости плохо растворимых соединений	127
Зверев Д.П., Никифорова Е.А., Ракитина Н.Д. Особенности взаимодействия производных 2,4-дифенил-2,3-дигидро-1H-1,5-бензодиазепинов с алициклическими реагентами реформатского	128
Клименко И.В., Лобанов А.В., Китушина Е.В. Гибридные органо- неорганические структуры гемин/цинковый порфириин — гексамолибденоникелат натрия: получение, фотохимические свойства	129
Клименко И.В., Трусова Е.А., Лобанов А.В. Оптические свойства комплексов на основе металлфталоцианинов и бескислородного графена	130
Козлова Е.П., Лисовенко Н.Ю., Баландина С.Ю., Кондрашов И.А. Синтез моногидратов калиевых солей 1-арил 4,4,4-трифторбутан-1,3-дионон и их противомикробная активность	131
Колегова Т.А., Гурьева Я.А., Чукичева И.Ю., Залевская О.А. Синтез новых арилпроизводных изоборнилфенолов	132
Конин И.С., Галайко Н.В., Гришко В.В. Получение и исследование комплексов полусинтетического тритерпеноида с циклодекстринами	133
Крайнова Г.Ф., Гришко В.В. Синтез 2,3-секо-тритерпеновых гидразонов метилового эфира дигидробетулоновой кислоты	134
Крашенинина М.П. Применение метода массового баланса при определении чистоты аминокислот	135
Крашенинина М.П., Голынец О.С., Макарова С.Г., Шохина О.С. Опыт определения массовой доли воды в сложных органических веществах	136
Кулиев Ф.А., Багирзаде Г.А., Абдуллаева Ф.А. Синтез и антиокислительное действие некоторых тиобензамидов	137
Кулиев Ф.А., Багирзаде Г.А., Абдуллаева Ф.А. Некоторые ксантогенаты как акцепторы пероксидных радикалов	138
Кулиев Ф.А., Багирзаде Г.А., Гулиева О.М. Фенилтиоацетоамиды как акцепторы пероксидных радикалов	139
Кулиев Ф.А., Багирзаде Г.А., Насири Ф.М. Кинетика и реакционная способность моно-, бисксантогенатов и тиоамидов в реакции с гидропероксидом кумила	140
Кулиев Ф.А., Багирзаде Г.А., Абдуллаева Ф.А. Синтез и изучение антиокислительного действия 2,5-диметилфенилтиоацетоамидов	141
Куц С.О., Горяева М.В., Бургарт Я.В., Салоутин В.И. Альтернативные трехкомпонентные циклизации 3-оксоэфиров с непредельными альдегидами и	

2-(аминометил)анилином	142
Лукиянова А.А., Ворожейкин М.И., Даровских А.В., Михайлов Ю.М. Исследование возможности селективной модификации циклодекстринов	143
Лысцова Е.А., Масливец А.Н., Храмова Е.Е. Реакции 3-арилпирроло[2,1- <i>c</i>][1,4]бензотиазин-1,2,4-трионов с моноклеофилами	144
Махмудова Н.И., Мамедов Э.С., Ахмедова Н.Ф., Ильяслы Т.М., Мамедов С.Э. Селективное получение олефинов C ₂ -C ₄ из биоэтанола на каталитических композициях на основе цеолита ZSM-5 Ce _{0,1} Mg _{0,9} Al ₂ O ₃ шпинельной структуры	145
5 Мельников О.Э., Щегольков Е.В., Бургарт Я.В., Салоутин В.И. -арил-6-метил(трифторметил)пиримидины: синтез и избранные модификации	146
Морозов В.В., Рожкова Ю.С., Шкляев Ю.В. Конденсация 2-(2-метокси-5-метилфенил)-3-метилбутан-2-ола с орто-аминобензонитрилами в условиях реакции Риттера	147
Муранова М.М., Галеев А.Р., Дмитриев М.В., Масливец А.Н. Синтез пиридо[1,2- <i>a</i>]хиноксалинов через циклопропанирование гетарено[<i>e</i>]пиррол-2,3-дионов	148
Мусин А.И., Борисова Ю.Г., Войнов В.А., Раскильдина Г.З. Ингибитор коррозии на основе 2-метил-2-изобутил-4-гидроксиметил-1,3-диоксолана	149
Мясников Д.А., Федоров А.А., Учускин М.Г. Новый подход к синтезу структурных аналогов митомицина С	150
Назарец О.В., Бобровская О.В., Романова А.В., Гейн В.Л. Синтез метил (2 <i>Z</i>)-4-арил-2-[(2-карбамоилфенил)амино]-4-оксобут-2-еноатов	151
Никифорова Е.А., Зверев Д.П. Взаимодействие алициклических реактивов Реформатского с 2,5-диарил-1,3,4-оксадиазолами	152
Овчинникова О.С., Ермолаева Н.Н., Учускин М.Г., Мендограло Е.Ю. Синтез карбазолов рециклизацией производных 3-(5-метилфуран-2-ил)-3-(2-нитрофенил)-1-фенилпропан-1-она	153
Первухина О.Е., Крашенинина М.П., Петухов П.А., Колоколова М.К. Определение массовой доли тропомиозина в пищевых продуктах	154
Перминова А.Н., Малкова Н.А., Щегольков Е.В., Бургарт Я.В., Салоутин В.И. Методы модификации 4-амино-3-трифторметилпиразолов	155
Першина Н.Н., Михайловский А.Г. Третичные енамины ряда 2,3,3-триметил-1,2,3,4-тетрагидроизохинолина – строительные блоки в синтезе новых потенциальных анальгетиков	156
Пинегина О.А., Мокрушин И.Г. Перфторэтилфторфосфаты одновалентных катионов: основы технологии получения и свойства	157
Полежаева В.Д., Пулина Н.А., Краснова А.И., Старкова А.В. Продукты превращения 2,4-диоксобутановых кислот с гетероциклическими аминами, проявляющие инсектицидную активность	158
Рожкова Ю.С., Пегушина А.С., Сторожева Т.С., Горбунов А.А., Майорова О.А., Шкляев Ю.В. Внутримолекулярная электрофильная деароматизация в синтезе гидрированных спироиндоленинов	159
Сергеева А.С., Голынец О.С., Первухина О.Е. Разработка методики измерений массовой доли и массовой концентрации метиловых эфиров жирных кислот методом газожидкостной хроматографии	160

Солдатова С.Д., Шаврина Т.В., Шкляева Е.В., Бакиев А.Н. Синтез нового 3,5– дизамещённого 2,6–дицианоанилина	161
Старикова Н.Д., Слободинюк Д.Г., Шкляев Ю.В., Шкляева Е.В., Бакиев А.Н. Функционализация 2,3-дифенилтиофена и исследование оптических и электрохимических свойств синтезированных соединений	162
Старовойтова М.О., Носова Н.В., Гейн В.Л. Четырехкомпонентный синтез 4- арил(гетарил)-2-метил-5-оксо-1,4,5,6,7,8-гексагидрохинолин-3-карбоксамидов	163
Терентьев А.В., Варфоломеева В.В. Реакционная способность системы ацилхлорид – карбоновая кислота	164
Терещенко М.Д., Загорецков Д.С., Аккуратов А.В., Кузнецов И.Е. Модификация органических полупроводниковых материалов кремнийсодержащими группами для улучшения характеристик перовскитных солнечных батарей	165
Турчин И.В., Непогодина Е.А., Бобровская О.В., Гейн В.Л. Синтез 4-арил-п- (4-ацетилфенил)-2-гидрокси-4-оксобут-2-енамидов	166
Устинов И.И., Минаева Д.Р., Власова Ю.Н. О восстановлении некоторых 6,7- динитрохиноксалинов железом	167
Учускин М.Г. Исследование ортогональной реакционной способности 2-(2- азидостирил)фуранов	168
Федоров А.А., Мясников Д.А., Учускин М.Г. Синтез замещенных пиролло[1,2-а]индолов	169
Харламова Т.В, Габдракипов А.В. Направленная функционализация производного ализарина содержащего бромфенацильный фрагмент	170
Храмцова Е.Е., Крайнов А.Д., Масливец А.Н. Взаимодействие 1,2,4- трикарбонильных соединений с гидрохлоридом 1,3-диаминогуанидина	171
Цыкова Е.В, Рубцов А.Е, Ваганов В.Ю. Оптимизация реакции энантиоселективного внедрения бензил 2-диазо-2-фенилацетата по связи N-N анилинов	172
Чалков Д.В., Гейн В.Л., Бобровская О.В. Синтез 4-{{(2Z)-4-арил-1-метокси- 1,4-диоксобут-2-ен-2-ил}амино}бензойных кислот	173
Черненко С.А., Железнова Т.Ю., Шацаускас А.Л., Фисюк А.С. Новые колориметрические зонды на основе антрапиридона для определения меди	174
Шумова О.А., Чукичева И.Ю., Кучин А.В. Оптимизация синтеза терпениланилинов	175
Щегольков Е.В., Бургарт Я.В., Щур И.В., Барановский А.Д., Салоутин В.И. Полифторбензойные кислоты – перспективный скаффолд для создания биоактивных соединений	176
Щербаков Р.О., Учускин М.Г. Получение пирроло[1,2-В]пиридазинов путем раскрытия фуранового ядра	177
Эдилова Ю.О., Кудякова Ю.С., Салоутин В.И., Бажин Д.Н. Синтез и области применения функционализированных пиразолов на основе 1,2,4-трикетонов	178

Секция «Полимеры и композиты. Гетерогенные процессы»

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

STUDY OF FIBERS AND THEIR POLYMER COMPOSITES USING THE SMALL-ANGLE X-RAY SCATTERING METHOD

M. Balasoiu^{1,2,3}, S. Astafeva⁴, E. Ivanova⁴, E. Lebedeva⁴, D. Trukhinov⁴, O. Ivankov¹,
Yu. Gorshkova¹, O. Lis¹.

¹ *Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Russia, 141980*

² *CCDMIAB, West University of Timișoara, Timișoara, Romania, 300223*

³ *“Horia Hulubei” National Institute of Physics and Nuclear Engineering, Magurele,
Romania, 077125*

⁴ *Институт технической химии УрО РАН – филиал ПФИЦ УрО РАН, Пермь, Россия
masha.balasoIU@gmail.com*

Composites reinforced with synthetic or natural fibers are becoming increasingly important as market demand for lightweight materials with high strength for specific applications increases. Fiber reinforced polymer composite not only provides a high strength-to-weight ratio, but also has exceptional properties such as high durability; rigidity; damping property; bending strength; resistance to corrosion, wear, impact and fire. This wide range of diverse characteristics has led to composite materials finding applications in mechanical engineering, construction, aerospace, automotive, biomedical, marine and many other industries.

The characteristics of composite materials largely depend on their constituent elements and manufacturing technology, therefore, in order to determine the optimal characteristics of composite materials, it is necessary to study the functional and structural properties of various fibers and their composites, in function of the technologies used for manufacturing composite materials for desired applications.

Various experimental small-angle X-ray scattering approaches are successfully used for the structural characterization of various types of composites [1-4].

A review of several structural studies of fibers and their polymer composites is presented, including our own results on carbon fibers and ABS polymers.

The reported study was supported by the Government of Perm Krai, research project № C-26/702. JINR Themes No. 04-4-1142-2021/2025 and No. 04-4-1149-2-2021/2028

1. S. Ottani, E. Ferracini, A. Ferrero, V. Malta, R. S. Porter, *Macromolecules* 29 3292-3299 (1996).
2. S. Bal and R.C. Behera, *Journal of Minerals & Materials Characterization & Engineering* 5(2) 179-198 (2006).
3. T. Mondal, A.K. Bhowmick, R. Ghosal, R. Mukhopadhyay, *Polymer* 146, 31–41 (2018).
4. M. Balasoiu, S. Lysenko, S. Astafeva et al., *Journal of Surface Investigation: X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques* 18(3) 736–744 (2024).

НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ НЕДОРОГИХ ЭФФЕКТИВНЫХ ВОДОРОДНЫХ ЩЕЛОЧНЫХ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Буланова А.В., Виноградов К.Ю., Шафигулин Р.В.

Самарский национальный исследовательский университет

им. академика С.П. Королева, Самара

av.bul@yandex.ru

Выпускаемые промышленностью топливные элементы (ТЭ) – один из путей получения экологически безопасной электроэнергии. Проблема состоит в том, что в ТЭ содержатся дорогостоящие материалы, в частности, катализаторы электровосстановления кислорода (ORR) и электроокисления водорода (HRO) – платиновые. На кафедре физической химии и хроматографии Самарского университета ведутся работы по синтезу и исследованию электрохимических характеристик электрокатализаторов ORR и HRO в щелочных средах. Целью данного исследования являлось создание катализаторов с уменьшенным содержанием платины или без нее.

Рассматриваются два основных направления в этой области: разработка эффективного носителя и второе – синтез биметаллических сплавов со структурой типа ядро-оболочка, в которой свойства металла в оболочке имеют более высокую активность за счет лигандного влияния ядра или синергетического усиления активности в присутствии двух металлов. Катализаторы на основе переходных металлов, синтезированные на УНТ, обеспечивают электровосстановление кислорода при потенциалах близких к электровосстановлению на платиновых катализаторах. Однако реакция ORR на таких бинарных системах (CoFe; NiCo и др.) протекает через промежуточное образование пероксида водорода, вызывает ускорение деградации катализатора. Указанные недостатки требуют своего решения для создания щелочного ТЭ без благородных металлов и получении высокой мощности. В качестве носителей катализаторов в ТЭ используется сажа. На основании квантово-химических расчетов уточнен механизм реакции ORR при использовании различных прекурсоров и количество высвобождаемых электронов. Проведены исследования, на основании которых выбраны наиболее эффективный носитель и модификаторы, обеспечивающие высокие кинетические и термодинамические характеристики ORR, сравнимые с аналогичными характеристиками ORR на платиновых коммерческих катализаторах.

«Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-73-00063, <https://rscf.ru/project/23-73-00063/>»

ГУАНИДИНИЕВЫЕ ПОЛИАМФОЛИТЫ: СИНТЕЗ, МОДИФИКАЦИЯ, БИОЦИДНЫЕ СВОЙСТВА

Горбунова М.Н.^{1,2}, Овчарук А.В.², Лемкина Л.М.³

¹«ИТХ УрО РАН», Пермь, Россия

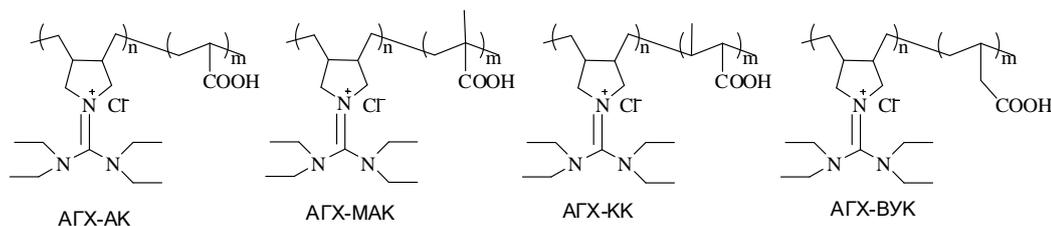
²ПГНИУ, Пермь, Россия

³«ИЭГМ УрО РАН», Пермь, Россия

mngorb@yandex.ru

В последние годы все большее внимание и интерес привлекают полиамфолиты, макромолекулы которых содержат одновременно катионные и анионные группы. Наличие карбоксильных групп в полиамфолитах открывает широкие возможности для введения различных лекарственных препаратов путем полимераналогичных превращений.

Представляло интерес изучить возможность модификации макромолекул гуанидиниевых полиамфолитов на основе 2,2-диаллил-1,1,3,3-тетраэтилгуанидиний хлорида и акриловой (АК), метакриловой (МАК), кротоновой (КК) и винилуксусной (ВУК) кислот:



Первым направлением является функционализация полиамфолитов лекарственными средствами и аминокислотами. Вторым направлением исследований является синтез серебряных нанокomпозиционных материалов, в которых полиамфолитная матрица выступает в качестве стабилизирующего агента. Строение полимерных продуктов подтверждено данными элементного анализа, ИК- и ЯМР-спектроскопии.

Известно, что гуанидин и его производные обладают широким спектром бактерицидного действия, поэтому была определена биоцидная активность полиамфолитов и полученных материалов на их основе. Показано, что сочетание двух биоцидных групп в одной молекуле приводит к синергетическому усилению антибактериальных свойств модифицированных полиамфолитов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 23-23-00073).

Авторы благодарят Центр коллективного пользования ПФИЦ УрО РАН «Исследование материалов и вещества» за спектральные, аналитические и биологические исследования.

**THE POSSIBILITIES OF NEUTRON METHODS FOR STUDYING THE
STRUCTURAL ASPECTS OF THE FORMATION OF PHYSICAL PROPERTIES OF
MATERIALS**

S.E. Kichanov, D.P. Kozlenko, M. Bălăşoiu

Frank Laboratory of Neutron Physics, Joint Institute for Nuclear Research,

141980 Dubna, Russia

ekich@nf.jinr.ru

The neutron scattering methods have many advantages over X-ray techniques for studying the crystal structures of materials containing light atoms such as hydrogen and oxygen, and especially for studying magnetic structures. The Frank Laboratory for Neutron Physics at the Joint Institute for Nuclear Research in Dubna, Russia, which has the IBR-2 high-flux pulsed reactor as its main facility, has more than 20 years of experience with developing neutron scattering techniques and those application for material research. In recent years, a number of studies have focused on researching features of crystal structures and their correlation with optical, magnetic, or ferroelectric properties in various materials.

The report provides a brief overview of the results obtained by neutron diffraction, small-angle neutron scattering, and neutron imaging using experimental facilities at the IBR-2 high-flux pulsed reactor.

ХИМИЧЕСКАЯ ГИДРОФОБИЗАЦИЯ НЕОРГАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Лисичкин Г.В.

МГУ им. М.В. Ломоносова, Химический факультет

Гидрофобные покрытия широко востребованы в современной технике и технологии. Среди известных методов гидрофобизации материалов важное место занимает приём химического модифицирования поверхности. Достоинства этого метода состоят в том, что он позволяет получить прочные покрытия, устойчивые к действию растворителей и стабильные в довольно широком интервале рН. Расход модифицирующего агента в большинстве случаев невелик, так как обычно для придания материалу гидрофобности достаточно сформировать на его поверхности мономолекулярный слой модификатора.

В основе метода химического модифицирования поверхности лежит экспериментально подтверждённое представление о наличии на поверхности твёрдых тел реакционноспособных функциональных групп, которые могут взаимодействовать с теми или иными химическими веществами, в частности с гидрофобизирующими агентами. Кратко изложена история метода: от пионерской работы Г.Бергера (1941 г.) до настоящего времени.

Рассмотрены основные классы гидрофобизирующих модификаторов: спирты, карбоновые кислоты, кремний-, фосфор- и сераорганические соединения. Показаны возможности применения фторированных модификаторов.

Приведены примеры гидрофобизации различных классов неорганических материалов, включая сталь, цветные и благородные металлы. Обсуждена специфика получения гидрофобных покрытий на массивных и высокодисперсных материалах, в том числе на наночастицах. Обсуждены способы получения супергидрофобных покрытий.

Продемонстрированы реализованные и перспективные направления применения гидрофобизованных материалов: наполнители неполярных полимеров, сорбенты для очистки воды и воздуха от органических примесей и для ликвидации нефтяных загрязнений акваторий, противолёдные покрытия, хроматографические сорбенты, защитные и водоотталкивающие покрытия, мембраны, антиобледенители, антизагрязнители, материалы для рассеяния энергии удара, для регулирования реологических свойств порошков, для повышения скорости течения жидкостей в трубопроводах и микроканальных реакторах.

КИСЛОТНО-ОСНОВНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В ЭМУЛЬСИЯХ ПИКЕРИНГА, СТАБИЛИЗИРОВАННЫХ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИМИ ПОЛИСАХАРИДАМИ

Ситников П.А., Михайлов В.И., Мартаков И.С., Торлопов М.А., Легкий Ф.В.,
Васенева И.Н., Удоратина Е.В.

Институт химии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН
sitnikov-pa@mail.ru

Изучены физико-химические основы формирования эмульсий Пикеринга в системе масло/вода стабилизированных нанокристаллической целлюлозой (НКЦ) с частично ацетилированной поверхностью (I и II полиморфных типов) и хитином (НКХ), в зависимости от массовой доли частиц, концентрации фонового электролита, природы гидрофобной компоненты. Установлено, что кислотные-основные центры целлюлозы и хитина участвуют в формировании межчастичных взаимодействий между нанокристаллами на поверхности капли масла.

Изучены кислотные-основные взаимодействия при формировании наноструктурированных гибридных частиц в системе НКЦ/хитозан, НКХ/Альгинат Na, НКЦ/AlOOH, НКЦ/Fe₃O₄, НКХ/Fe₃O₄/Альгинат Na. При формировании эмульсий Пикеринга стабилизированных гибридными частицами наблюдается увеличение количества активных кислотных-основных центров при переходе от водной системы к эмульсии с увеличением содержания оксида в гибридной частице, что объясняется перемещением заряженных частиц с гидрофобной плоскости НКЦ при погружении ее в масло на ее гидрофильные плоскости, контактирующие с водой. Нейтрализация кислотных-основных центров, формирующих заряд поверхности (анионы фонового электролита, гетерокоагуляция с нанокислотами, полиэлектролитные молекулы, жирные кислоты масел) позволяет регулировать формирование и стабильность эмульсий.

Полученные эмульсии имеют большой потенциал в качестве систем доставки липофильных препаратов в медицине (например, холекальциферол, донепезил, фукоксантин); при ликвидации аварий на нефтепромыслах, в качестве «природных» диспергентов с последующим биоразложением микроорганизмами.

Работа поддержана грантами РФФИ № 19-73-10091 и 22-23-00271.

РАЗРАБОТКА ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ПИРОТЕХНИЧЕСКИХ СОСТАВОВ ДЛЯ ГЕНЕРАТОРОВ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА

Хименко Л.Л.¹, Бердников Р.А.¹, Исаев О.Ю.²

¹ ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский
политехнический университет», Пермь, Россия

² ООО «СИЛУР», Пермь, Россия

По данным министерства энергетики на 2019 год наша страна занимала первое место в мире по загрязнению окружающей среды горюче-смазочными материалами, в т.ч. нефтью, и на сегодняшний день проблема остается актуальной. По регламенту МЧС время локализации разлива не должно превышать 4-6 ч., что трудновыполнимо в условиях масштабных аварий.

Известно, что терморасширенный графит (ТРГ) является одним из наиболее эффективных и доступных сорбентов (величина сорбционной емкости по нефтепродуктам достигает 100 г/г(ТРГ)) и применим при ликвидации целого ряда ЧС, но необходим простой и эффективный способ доставки ТРГ к труднодоступным очагам ЧС. С этой целью нами разработана компактная сорбентная шашка на основе пиротехнического состава, позволяющая получать ТРГ непосредственно на месте ЧС. Исследованы соотношения выбранных компонентов, условия реализации работы сорбентной шашки: ввод различных добавок, модифицирование ИГ оксидами металлов, графеновым материалом. Разработаны методы обеспечения стабильной работы сорбентной шашки и увеличения гарантийных сроков хранения: антикоррозионное покрытие металлических горючих производными жирных парафиновых углеводов (стеариновая кислота, воски, полифторированными полимерами и др.), обеспечение безотказного воспламенения состава вводом дополнительных окислителей (нитрат аммония, дихромат аммония, перманганат калия, хлорат натрия) и пропиткой их растворами компонентов смеси и др.

Исследование эффективности новых рецептов проводилось методами ДСК (дифференциальная сканирующая калориметрия) и ТГА (термогравиметрический анализ), определяли их чувствительность к удару и трению, морфологию образцов синтезированных ТРГ и его модифицированных прекурсоров изучали методом СЭМ (сканирующая электронная микроскопия) и ИК-спектроскопии, сорбционную ёмкость определяли по ГОСТ 33627-2015.

**ИССЛЕДОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ
НАНОКОМПОЗИТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ НА ОСНОВЕ
ВОЛОКНООБРАЗУЮЩИХ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ МАТРИЦ**

Цобкалло Е.С.

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий
и дизайна, Санкт-Петербург,
tsobkallo@mail.ru*

В различных областях техники широко востребованы полимерные материалы (ПМ), эксплуатационные свойства которых можно варьировать и проектировать заранее. Полимерные материалы, как правило, являются диэлектриками и имеют низкий коэффициент теплопроводности, что является крайне востребованным свойством в определённых сферах их использования. Однако для многих применений существует потребность в полимерных материалах с пониженным значением электрического сопротивления, например, для придания им антистатических, экранирующих электромагнитные поля, электропроводящих свойств, и с увеличенным значением коэффициента теплопроводности (теплорассеивающие ПМ). Варьирование электро- и теплопроводящих свойств ПМ осуществлялось путем введения в полимерную матрицу различных видов электропроводящих наполнителей, т. е. создания полимерных композитных материалов (ПКМ). Были изготовлены материалы на основе термопластичных полимерных матриц и углеродных нанонаполнителей (углеродных нанотрубок, углеродных нановолокон, технического углерода) в виде волокон, пленок и блоков; исследованы их структурные особенности и электро- и теплопроводящие свойства в зависимости от концентрации и вида углеродного нанонаполнителя, степени ориентационной вытяжки полимерной матрицы. Расширяющаяся сфера применения ПКМ также ставит важную с практической точки зрения задачу прогнозирования свойств, повышение точности моделирования параметров материалов с учетом конкретных условий их работы. Для того, чтобы эффективно использовать в инновационных разработках машинное обучение (искусственный интеллект) требуется большой объем надежных входных данных, базирующихся на адекватных физических моделях. Предложены различные подходы к моделированию и выделены факторы, способствующие повышению точности моделирования свойств ПКМ с учетом эмпирических моделей, физического моделирования и компьютерного моделирования.

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И НАПРАВЛЕНИЯ
ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ХИМИИ ПОЛИМЕРОВ, КОМПОЗИТОВ И
ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ**

Шайдурова Г.И.¹, Васильев И.Л.¹

¹*ПАО Научно-производственное объединение «Искра», Пермь*

ShaydurovaGalina@npoiskra.ru

Разработка и создание перспективной техники существенно зависит от уровня развития материаловедения, способов их получения и технологии изготовления деталей и конструкций, обеспечивающих в комплексе их надёжную эксплуатацию.

Мировой тренд материаловедения в области совершенствования материалов сводится к новым подходам в области аддитивных технологий, по которым многое сделано по направлению металловедения, тогда как получение композитов из полимеров пока остаётся проблематичным. Значительно продвинулось технологическое развитие по реализации нано, и биотехнологий. Следует отметить также ускоряющееся продвижение учёных обративших внимание на необходимость управления направленностью наноксидными и углеродными однослойными и многослойными нано-трубками для равномерного распределения их в полимерной матрице, а это является технологической аргументацией для получения опережающего уровня физико-механических свойств композитов и защитных покрытий с их целенаправленным применением.

Однако, реализация новых разработок нередко затрудняется вынужденной новой логистикой приобретения многих химических продуктов за рубежом. Среди таких примеров следует отметить целый ряд проблем почти для каждого класса материалов. В настоящее время трудно представить изготовление силовых оболочек корпусов в ракетной технике без органопластика (цилиндрическая часть) и без эрозионно-стойких, углепластиков и углерод-углеродных композиционных материалов в конструкциях РКТ. В настоящее время конкурентно - способными являются синтетические волокна арамидного класса (ароматический полиамид) – аналог Кевлара и арамидные продукты с имидазольными кольцами. Применение этих волокон может быть значительно расширено в нетканой и дискретной форме.

УСТНЫЕ И СТЕНДОВЫЕ ДОКЛАДЫ

ВЛИЯНИЕ ИОДИДОВ МЕТАЛЛОВ НА ТЕРМОУСТОЙЧИВОСТЬ ГИБРИДНЫХ ПОРОШКОВЫХ СИСТЕМ AgI-SiO₂

Аверкина А.С., Вальцифер В.А.

«Институт технической химии УрО РАН» – филиал ПФИЦ УрО РАН, Пермь

anastasiya.av11@yandex.ru

Иодид серебра – наиболее известный реагент, используемый в технологиях искусственных осадков. Его существенным недостатком является его низкая стабильность при нагревании, происходящее в существующих средствах доставки: пиротехнические составы, смесевые твердые ракетные топлива [1]. Авторами исследования разработаны способы синтеза гибридных порошковых материалов (ГПМ) AgI-SiO₂, позволяющие существенно повысить термоустойчивость иодида серебра в составе гибрида то температур выше точки плавления (выше 550°C). Однако, при дальнейшем нагревании до 1000°C наблюдалась лавинообразная термодеструкция иодида серебра. Количество сохранившегося в составе гибрида иодида серебра составляло около 40-45 масс. % от первоначального количества. Потенциальным способом предотвращения термодеструкции AgI является введение иодидов других металлов, например, иодида меди. Исследования показали, что введение в состав порошкового материала AgI-SiO₂ иодида меди (в форме иодида и/или в виде нитрата меди) позволяет изменить характер термодеструкции гибрида (рис. 1).

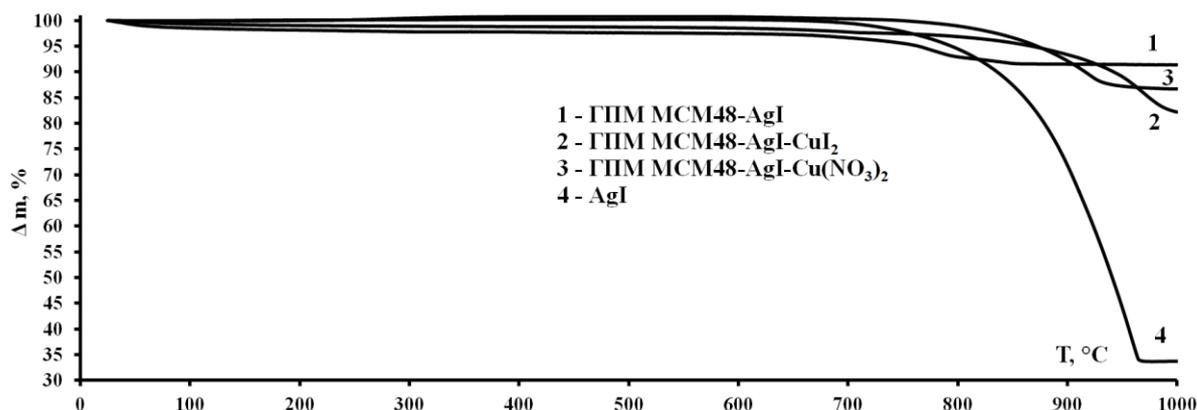


Рисунок 1 – Термограмма образцов ГПМ и иодида серебра

Литература

1. Фролов, А.В. Труды VII Всероссийского метеорологического съезда, 2015, Санкт-Петербург, 1, 9.

ФОСФОРСОДЕРЖАЩИЕ СОПОЛИМЕРЫ КАК СОРБЕНТЫ ЛЕГКИХ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ

Батуева Т.Д., Горбунова М.Н., Заболотных С.А., Гоголишвили В.О.

*«Институт технической химии УрО РАН» – филиал ПФИЦ УрО РАН, Пермь
tdbatueva@mail.ru*

Проблема поиска новых доступных реагентов, обладающих способностью как группового, так и селективного извлечения ионов РЗМ, является актуальной. Полифункциональные полимеры широко используются в различных отраслях техники, медицины, фармации и сельском хозяйстве. Одним из перспективных путей получения полифункциональных полимеров является совместная полимеризация мономеров, содержащих различные функциональные группы. Синтезированы сополимеры диаллиламинотрис(диэтиламино)фосфоний тетрафторбората (ДААФ- BF_4 -АН) и хлорида (ДААФ-Cl-АН) с акрилонитрилом, являющиеся потенциальными сорбентами редкоземельных металлов. Установлено, что исследованные сополимеры относятся к классу мезопористых сорбентов. Рассчитаны константы скорости сорбции по уравнениям моделей псевдопервого и псевдовторого порядков. Показано, что в процессах адсорбции на исследуемых сорбентах высока роль процессов как внешней, так и внутренней диффузии. При адсорбции с использованием данных сорбентов наблюдается быстрое достижение стационарного состояния.

Исследована сорбционная способность сополимеров диаллиламинофосфониевых солей с акрилонитрилом по отношению к ионам легких редкоземельных металлов La(III), Ce(III), Pr(III), Nd(III), Sm(III), Gd(III). Показано, что сополимер ДААФ- BF_4 -АН обладает более высокой эффективностью извлечения лантаноидов в нейтральных, а ДААФ-Cl-АН - в щелочных средах. Сорбционная емкость ДААФ- BF_4 -АН в нейтральной среде по отношению к ионам церия(III) равна 142.9 мг/г, празеодима(III) - 132.4 мг/г, самария(III) - 111,3 мг/г, гадолиния(III) – 92.7 мг/г (95-98 % извлечения). Оба сорбента не проявляют активности в отношении ионов лантана и неодима в кислой среде. Отделение лантана и неодима от церия, празеодима, самария, гадолиния возможно при $\text{pH} < 2$ (ДААФ- BF_4 -АН) и при $\text{pH} < 4$ (ДААФ-Cl-АН).

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (24-23-00072).

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ МОДИФИКАЦИИ НИТРАТЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ПЛЕНОК С ПОМОЩЬЮ НИТРАТОВ ЦИКЛОДЕКСТРИНОВ

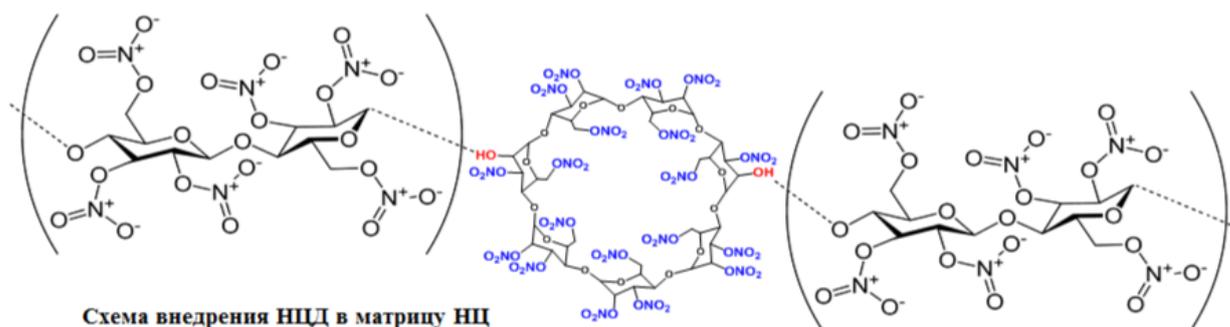
Бороздин И.А., Даровских А.В., Михайлов Ю.М.

*Федеральный исследовательский центр проблем химической физики и
медицинской химии РАН, Черноголовка*

bkmzrhfcyjhcr@mail.ru

Нитраты целлюлозы (НЦ) – основной компонент порохов и твёрдых ракетных топлив. В чистом виде нитрат-целлюлозные плёнки прочны, но хрупки, что ограничивает их применение. Добавление пластификатора повышает эластичность, но снижает прочность и может привести к “выпотеванию” пластификатора из плёнки. Модификаторы физико-механических свойств нитрат-целлюлозных плёнок ухудшают энергетические свойства готового продукта.

Вместе с тем, известны такие соединения как нитраты циклодекстринов – природные олигосахариды, состоящие из глюкопиранозных звеньев. По своим взрывчатым свойствам нитраты циклодекстринов аналогичны нитратам целлюлозы. Применение нитратов циклодекстринов (НЦД) в качестве модифицирующей добавки может оказать влияние на физико-механические и энергетические свойства нитрат-целлюлозных пленок.



В работе была исследована возможность структурной модификации нитрат-целлюлозных плёнок с помощью НЦД с различным содержанием азота. Найдено, что НЦД совмещается с НЦ с образованием однородных пленок. Установлено, что введение 5% НЦД в состав полимерной матрицы приводит к возрастанию прочности материала.

Работа выполнена с использованием оборудования Аналитического центра коллективного пользования ФИЦ ПХФ и МХ РАН в рамках выполнения государственного задания ФИЦ ПХФ и МХ РАН № 124020100045-5.

СОЗДАНИЕ ПОЛИМЕРНОЙ ОСНОВЫ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВЫХ РЕЗИСТОВ

Бороздина А.А.¹, Курбатов В.Г.², Малков Г.В.².

¹*Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь*

²*Федеральный исследовательский центр проблем химической физики и медицинской химии РАН, Черногловка*

gaff.alice@yandex.ru

Микроэлектроника играет ключевую роль в современном мире, она лежит в основе множества устройств и систем. В настоящее время основной технологией изготовления интегральных схем для микроэлектроники является литография – процесс получения рисунка транзисторов и проводников на поверхности подложки из кремния или других материалов. Для создания особо малых по размеру элементов с высоким разрешением зачастую используется электронно-лучевая литография, т.к. длина волны электронного пучка, используемого при экспонировании, настолько мала, что дифракция не определяет размеры рисунка.

Электронные резисты являются одним из главных элементов в электронно-лучевой литографии, без которого перенос рисунка на поверхность материала будет невозможным. В настоящее время в нашей стране отсутствует их промышленное производство, а ввоз резистов из-за границы был приостановлен. Разработка собственных резистов необходима для обеспечения стабильности и конкурентоспособности отечественного производства в области микроэлектроники, что обуславливает актуальность данной работы.

Объектом данного исследования является позитивный электронно-лучевой резист, который имеет полимерную основу, являющуюся сополимером метилметакрилата и метакриловой кислоты. С помощью ИК-, ЯМР-спектроскопии, гель-проникающей хроматографии был проведен анализ зарубежного промышленно выпускаемого аналога данного резиста, в результате которого сделан вывод о составе резиста, молекулярной массе полимерной основы и степени ее полидисперсности. Были проведены синтезы полимерной основы резиста в растворах разных растворителей (ацетон, диоксан, МИБК, этиллактат). Определено влияние полярности осадителя при выделении полимера из раствора на степень полидисперсности. Найдена зависимость между концентрацией инициатора и молекулярной массой полимерной основы.

Работа выполнена по теме Государственного задания № FFSG-2024-0017 с использованием оборудования Аналитического центра коллективного пользования ФИЦ ПХФ и МХ РАН.

АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПО РАЗМЕРАМ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН В РЕЗУЛЬТАТЕ МЕХАНОДЕСТРУКЦИИ В КОМПОЗИТАХ НА ОСНОВЕ АБС-ПЛАСТИКА

Ботин А.В., Астафьева С.А., Лебедева Е.А.

*«Институт технической химии УрО РАН» – филиал ПФИЦ УрО РАН, Пермь
raphunihhh@gmail.com*

В современном материаловедении значительное внимание уделяется разработке и исследованию полимерных композиционных материалов (ПКМ), которые сочетают в себе термическую и химическую стойкость, высокую прочность и другие эксплуатационные свойства. Для улучшения этих свойств в полимерную матрицу вводятся волокнистые наполнители. Однако технологические процессы получения композитных материалов, такие как экструзия и литье под давлением, могут существенно изменять размеры исходных волокон в матрице за счёт их механодеструкции, что приводит к изменению свойств получаемого материала. Понимание этих изменений критически важно для оптимизации производственных процессов и улучшения характеристик полимерных композитных материалов.

Целью данного исследования являлась оценка влияния технологического процесса получения полимерного композиционного материала на механодеструкцию углеродных волокон (УВ) путём изучения их распределения по размерам после каждой технологической стадии.

Технологический процесс приготовления ПКМ включал следующие стадии: смешение АБС-пластика с углеволокном в лабораторном экструдере; измельчение экструдата в лабораторной мельнице; литьё под давлением на термопластавтомате. Для исследования механодеструкции волокна в процессе изготовления ПКМ использована методика, основанная на оценке распределения длин волокон по результатам обработки микрофотографий полученных с помощью оптического микроскопа «OLYMPUS BX51». Установлено снижение предельной длины волокна в два раза в процессе компаундирования ПКМ.

Работа выполнена в рамках государственного задания; номер государственной регистрации темы 124022100088-6. Работа выполнена с использованием оборудования ЦКП «Исследования материалов и вещества» ПФИЦ УрО РАН.

**ЭКСТРАКЦИЯ НИКЕЛЯ РЕАГЕНТОМ ГВИК 1519 КАК СПОСОБ
ПЕРЕРАБОТКИ СЕРНОКИСЛЫХ РАСТВОРОВ БАКТЕРИАЛЬНОГО
ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ОКИСЛЕННЫХ НИКЕЛЕВЫХ РУД**

Ваулина В.Н.¹, Чеканова Л.Г.¹, Гвиздон А.А.², Волошин С.В.², Харитонова А.В.¹

¹*«Институт технической химии УрО РАН» – филиал ПФИЦ УрО РАН, Пермь*

²*ООО «Уралпроминжиниринг», Екатеринбург*

tveran79@mail.ru; i@svoloshin.ru

Для решения задач увеличения производства никеля и кобальта необходимо вовлечение в переработку окисленных никелевых руд (ОНР), которые имеют сложный состав и не поддаются обогащению традиционными методами. Однако в результате истощения богатых сульфидных месторождений именно они в будущем станут основным источником первичного никеля и кобальта. Эффективная переработка ОНР возможна на основе гидрометаллургических технологий, включающих в качестве первого этапа аммиачное или сернокислотное растворение руд. Полученные растворы далее перерабатывают по сложным многостадийным схемам, где в различных вариантах используют жидкостную экстракцию. Перспективными экстрагентами для извлечения цветных металлов из сред различного состава являются гидразиды синтетических α -разветвленных третичных карбоновых кислот Versatic фракции C₁₅ – C₁₉ (ГВИК 1519).

Рассмотрена возможность прямой экстракции никеля и других металлов из сернокислых растворов бактериального выщелачивания окисленных никелевых руд (рН \approx 1,8; концентрация основных металлов, г/л: Ni – 1,485; Co – 0,024; Fe – 6,163) с ГВИК 1519. Определены зависимости степени извлечения Ni(II), Co(II), Fe(III) от рН раствора, применения модификаторов (2-этилгексанола, нонилфенола, трибутилфосфата), концентрации реагента и температуры. Изучена кинетика экстракции и реэкстракции, параметры реэкстракции металлов из органической фазы. Показано, что возможно извлечение до 99% никеля за 1 ступень экстракции, удаление соэкстрагируемых металлов (кобальта и железа) на стадии реэкстракции путем последовательной обработки экстракта водой и раствором 0,5 моль/л H₂SO₄ в 2 – 3 ступени, реэкстракция никеля раствором 4 моль/л H₂SO₄. На основании проведенных исследований предложена принципиальная технологическая схема экстракционного извлечения никеля.

КАТАЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА УНТ, ДОПИРОВАННЫХ ФТАЛОЦИАНИНАМИ МЕТАЛЛОВ, СИНТЕЗИРОВАННЫХ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Виноградов К.Ю., Давыдов В.М., Шафигулин Р.В., Буланова А.В.

*Самарский национальный исследовательский университет
им. академика С.П. Королёва (Самарский университет), Самара
winyur@yandex.ru*

Проведено изучение влияния температуры синтеза катализаторов реакции электровосстановления кислорода (ORR) на основе многостенных углеродных нанотрубок (MWCNT), допированных фталоцианинами кобальта, меди и модифицированных палладием на их каталитическую активность. Синтез катализаторов проводили в инертной атмосфере при различных температурах - 750, 850 и 1000°C, полученные катализаторы были маркированы как MWCNT_CoPc_CuPc_Pd_750, MWCNT_CoPc_CuPc_Pd_850 и MWCNT_CoPc_CuPc_Pd_1000 соответственно.

Процесс электрохимического восстановления кислорода из щелочного электролита (0,1 М раствор KOH) исследовали потенциометрическим методом на приборе CorrTest в режимах линейной и циклической вольтамперометрии (LV и CV). Использовалась трехэлектродная ячейка с вращающимся дисковым электродом. В качестве рабочего электрода использовали дисковый стеклоуглеродный электрод с рабочей поверхностью 0,071 см². В качестве вспомогательного электрода использовался платиновый электрод с большой поверхностью; в качестве электрода сравнения использовали оксидно-ртутный электрод.

Вольтамперометрические испытания показали, что наиболее эффективным является катализатор MWCNT_CoPc_CuPc_Pd_1000. Величина $E_{1/2}$ для катализатора MWCNT_CoPc_CuPc_Pd_1000 несущественно уступает коммерческому платиновому катализатору с содержанием металла 40 % масс.: разница в величинах $E_{1/2}$ составляет около 0,02 В. Коррозионные испытания приводят к незначительному увеличению эффективности катализатора MWCNT_CoPc_CuPc_Pd_1000 - величины $E_{1/2}$ и E_{onset} увеличиваются на 0,005 и 0,001 В соответственно. Этот эффект может быть связан с самоактивацией поверхности катализатора.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-73-00063, <https://rscf.ru/project/23-73-00063/>

**РАЗРАБОТКА СОСТАВА ДЛЯ ГЕЛЕОБРАЗОВАНИЯ РАСТВОРОВ,
НАСЫЩЕННЫХ ПО ХЛОРИДАМ НАТРИЯ И КАЛИЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ
ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ОТ ШАХТНЫХ РАССОЛОВ**

Воронина Н.С., Вальцифер И.В., Санникова А.Д., Вальцифер В.А.

*«Институт технической химии УрО РАН» – филиал ПФИЦ УрО РАН, Пермь
voronina.n@itcras.ru*

Разработка новых видов тампонажных материалов, направленных на защиту горных выработок от проникновения шахтных вод, является актуальной задачей для предприятий горно-рудной промышленности.

Целью данного исследования являлась разработка полимерного гелеобразующего состава как компонента закладочной смеси для ликвидации фильтрации шахтных рассолов (растворов, насыщенных по хлоридам натрия и калия) в породе горного массива в процессе их закладки применительно к горнотехническим и гидрогеологическим условиям месторождений калийно-магниевых солей.

В ходе проведения лабораторных исследований разработаны гелеобразующие составы на основе высокомолекулярного полиакриламида (ПАА) средней анионной активности Praestol 2540. Определены основные физико-химические свойства гелеобразующих составов при различной концентрации ПАА, подтверждена их стабильность в рассоле при температуре эксплуатации 5°C. Установлено, что при фильтрации разработанных гелеобразующих составов через соляные керны каменной соли и сильвинита полосчатого их расход снижается в 10-140 раз относительно расхода рассолов или прекращается полностью, в зависимости от концентрации ПАА (0,3-0,7 %) в гелеобразующем составе.

На экспериментальной установке выполнено моделирование фильтрации в соляные керны закладочной смеси, состоящей из галитового отвала – 28%, суглинка – 15% и рассола с гелеобразующим составом (содержащим 0,3% ПАА) – 57%. Показано, что после подачи в керн закладочной смеси через 3 суток фильтрация прекращается, что подтверждает работоспособность гелеобразующего состава по обеспечению защиты горных выработок от проникновения шахтных рассолов при их закладке.

Исследование выполнено с использованием оборудования ЦКП «Исследования материалов и вещества» ПФИЦ УрО РАН.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ ТЕРМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА РАСТВОРЫ ТЕРПОЛИМЕРОВ АКРИЛАМИДА, АКРИЛОНИТРИЛА И 2-АКРИЛАМИДО-2-МЕТИЛПРОПАНСУЛЬФОНОВОЙ КИСЛОТЫ

Воронина Н.С., Вальцифер В.А.

*«Институт технической химии УрО РАН» – филиал ПФИЦ УрО РАН, Пермь
voronina.n@itcras.ru*

В настоящее время происходит увеличение доли добычи трудно извлекаемых запасов нефти, поэтому активно развивается бурение глубоких и сверхглубоких скважин в сложных горно-геологических условиях, характеризующихся в том числе повышенными до 200°C температурами в призабойной зоне, что негативно сказывается на рабочих характеристиках компонентов буровых растворов. Полимерные добавки на основе полиакриламида используются для снижения гидравлического сопротивления турбулентных потоков в буровых растворах, однако их применение ограничено деградацией полиакриламида при температурах свыше 90°C. Ранее авторами установлен оптимальный состав терполимера акриламида (АА), акрилонитрила (АН) и 2-акриламидо-2-метилпропансульфоновой кислоты (АМПСNa), обеспечивающий его устойчивость после гидротермальной обработки в течение 5ч при 180°C. Целью данной работы являлось установление закономерностей деградации терполимера АА-АН-АМПСNa при температурах 180-200°C.

Исследовано влияние температуры и кислотности среды, а также длительности воздействия на химический состав, структуру и коллоидные характеристики макромолекулярных клубков терполимера. Установлено, что термогидролизу в первую очередь подвергаются звенья АА и АН. При температуре воздействия 180°C заметное изменение состава терполимера наблюдается после изотермической выдержки в течение 5ч, при температуре 200°C – 3ч, при этом состав продуктов деградации приближается к АК-АМПСNa. В условиях длительного высокотемпературного воздействия (5ч при T = 200°C) на растворы терполимера также происходит частичный гидролиз звеньев АМПСNa. На основании данных по изменению характеристической вязкости продуктов деградации терполимера определено, что в условиях термического воздействия также происходит частичная термодеструкция основной полимерной цепи, которая усиливается с ростом температуры и увеличением продолжительности воздействия.

Работа выполнена с использованием оборудования ЦКП «Исследования материалов и вещества» ПФИЦ УрО РАН.

ПЕРЕРАБОТКА ПРОДУКЦИОННЫХ РАСТВОРОВ БАКТЕРИАЛЬНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ БЕДНОЙ ОКИСЛЕННОЙ НИКЕЛЕВОЙ РУДЫ

Гаврилов А.С.¹, Крашенинин А.Г.¹, Волошин С.В.², Гвиздон А.А.²

¹*Федеральное Государственное Бюджетное Учреждение Российской академии наук
Институт металлургии Уральского отделения Российской Академии Наук, 620016,
Екатеринбург, ул. Амундсена, 101.*

²*ООО «УРАЛПРОМИНЖИНИРИНГ»
gavrilov_208.90@mail.ru*

В процессе эксплуатации месторождений накапливаются значительные объемы бедных и некондиционных руд, преимущественно окисленных никелевых руд (ОНР), с содержанием никеля менее 0,8 масс. % переработка которых существующими пирометаллургическими способами нерентабельна. Эти руды после вывода за баланс направляются в отвалы или складываются отдельно. При этом, содержащиеся в данных рудах металлы, под действием атмосферных осадков, могут выщелачиваться и попадать в окружающую среду, тем самым ухудшая экологическую обстановку [1-2]. Вовлечение в переработку таких руд способствует увеличению сырьевой базы никелевого производства и в перспективе позволит снизить экологические риски.

С использованием бактерий типа *ferrooxidans* и водного раствора серной кислоты проведено бактериальное выщелачивание бедной ОНР в режиме агитации при pH = 2,2. Полученные продукционные растворы содержали, г/дм³: 1,5 Ni, 9,5 Fe, 0,13 Mn, 0,048Co, 0,2 Ca.

Задачей переработки продукционных растворов методом гидролитического осаждения являлось получение наиболее селективного никель-кобальтового осадка при максимально полном излечении полезных металлов из продукционного раствора. Для этого применяли различные щелочные реагенты. Наилучшие результаты получены при осаждении гидросульфидом натрия. Никель и кобальт извлечены в осадки, содержащие, масс. %: 54,6 Ni, 2,03 Co, 1,8Mg, 0,58 Fe, 0,43 Mn, 0,29 Ca, 23,7 S. Они пригодны для получения растворов для электролиза или для пирометаллургического передела. Извлечение никеля и кобальта из раствора в осадок составило, соответственно, 99% и 97%.

1.Komnitsas K, Petrakis E, Bartzas G, Karmali V: Column leaching of low-grade saprolitic laterites and valorization of leaching residues. *Sci Total Environment*. 2019. No. 665. P.347–357.

2. Denisov D, Terentjev P, Valkova S, Kudryavtzeva L: Small lakes ecosystems under the impact of non-ferrous metallurgy (Russia, Murmansk region). *Environments*. 2020. No.7. P.2-9.

СИНТЕЗ ФЛУОРЕСЦЕНТНЫХ АЛЬБУМИНОВЫХ НАНОЧАСТИЦ МЕТОДОМ ДЕСОЛЬВАТАЦИИ

Галаева З.Р.¹, Храмцов П.В.²

¹ Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь

² Институт экологии и генетики микроорганизмов Уральское отделение

Российской академии наук, Пермь

galaevazarina@psu.ru

Метод десольватации – один из способов получить белковые наночастицы в лабораторных условиях. Принцип метода основан на снижении растворимости и агрегации белковых молекул при добавлении к ним плохого растворителя с растворенными компонентами флуоресцентных комплексов. В процессе образуется монодисперсная суспензия сферических флуоресцентных альбуминовых наночастиц.

В качестве растворителя использовали 95% этанол, в котором смешивали хлорид европия, 1,10-фенантролин и метиловый эфир бензоилпировиноградной кислоты в соотношении 1:1:3. Органические лиганды в смеси выполняют роль антенн, которые собирают поглощенный свет и передают его на катион европия. Такой механизм позволяет увеличить интенсивность флуоресценции европия в несколько раз.

Метод десольватации позволяет получать флуоресцентные комплексы *in situ*, т.е. в процессе образования самих частиц, исключая этапы синтеза и очистки комплексов. Получившиеся флуоресцентные комплексы захватываются гидрофобными карманами альбумина и инкапсулируются внутрь наночастиц. После синтеза наночастицы подвергались температурной сшивке при +70°C, благодаря которой между молекулами альбумина образуются ковалентные связи. Готовая суспензия наночастиц хранилась в деионизированной воде в холодильнике.

Лантаноиды, такие как европий или тербий, обладают особыми флуоресцентными свойствами, включая длительное время флуоресценции (более 1 мс) и значительный сдвиг Стокса. Эти особенности позволяют нивелировать свечение биологических образцов (аутофлуоресценцию) в флуоресцентных анализах и биовизуализации. На основе полученных флуоресцентных наночастиц планируется разработать гомогенный иммунофлуоресцентный анализ.

Работа была поддержана грантом РФФ № 24-25-00266

ЗАКОНОМЕРНОСТИ АДСОРБЦИИ 4-(1-НАФТИЛАЗО)НАФТОЛА-1 НА ПОВЕРХНОСТИ ХАЛЬКОПИРИТА

Гоголишвили В.О., Гусев В.Ю.

*«Институт технической химии УрО РАН» – филиал ПФИЦ УрО РАН, Пермь
gogolishvili.v@itcras.ru*

Одним из перспективных реагентов, проявляющих флотационную активность по отношению к сульфидной медно-никелевой руде, является 4-(1-нафтилазо)нафтол-1 (НАН) [1]. Поскольку селективные собиратели для конкретных минералов могут быть созданы только на основе требований современной теории флотации к сорбционному слою собирателя на поверхности флотируемых минералов, для обоснованного выбора новых реагентов необходимо установление взаимосвязи между строением, составом реагентов-собирателей и поверхностными свойствами минералов, адсорбирующих эти соединения. Поэтому практический и теоретический интерес представляет исследование адсорбции НАН на поверхности халькопирита с целью установления возможных механизмов его действия в процессе флотации сульфидных медно-никелевых руд.

Установлено оптимальное значение рН адсорбции НАН на халькопирите (рН 9). При температурах 23°C, 26°C, 29°C, 32°C, 42°C величины адсорбции реагента достигают постоянных значений за 10 минут. Кинетические кривые адсорбции при этих температурах лучше всего описываются моделью псевдовторого порядка. Постоянство значения предельной адсорбции и повышение значения константы скорости с увеличением температуры свидетельствуют о хемосорбции реагента на поверхности минерала. Рассчитанное значение энергии активации процесса адсорбции НАН на халькопирите (71.8 кДж/моль) указывает на его активированный характер.

Изотерма адсорбции НАН на халькопирите наилучшим образом описывается моделью Генри, поэтому было рассчитано значение константы адсорбции Генри ($K_G = 7.79$ л/г).

По изменению краевого угла смачивания на поверхности халькопирита после обработки раствором НАН было установлено, что реагент обладает наиболее выраженной гидрофобизирующей способностью при рН 10.

Работа выполнена в рамках государственного задания по теме № 124020500033-8.

[1] Гусев В.Ю., Радусhev А.В., Чеканова Л.Г., Байгачёва Е.В., Манылова К.О., Гоголишвили В.О. Журнал прикладной химии. 2018. Т. 91, № 4. С. 503-512

ПОЛУЧЕНИЕ ЦИКЛИЧЕСКИХ КАРБОНАТОВ НА ОСНОВЕ CO₂ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИОННЫХ ЖИДКОСТЕЙ – КАК СПОСОБ ПониЖЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ CO₂ В АТМОСФЕРЕ

Головачева А.А.^{1,2}, Казарина О.В.^{1,2}, Головкина А.И.², Маркин З.А.²

¹*Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского,
Нижний Новгород*

²*Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева, Москва
a.golovachiova@yandex.ru*

Одной из глобальных проблем нашего времени является ежегодное увеличение концентрации CO₂ в атмосфере. Колоссальные выбросы диоксида углерода от сжигания ископаемого топлива вызывают серьезные проблемы изменения климата. Таким образом, очень важно разработать эффективную технологию улавливания, переработки и утилизации CO₂.

В качестве решения вышеуказанной проблемы разработан действенный и оптимальный метод использования CO₂ в качестве источника углерода C₁ с целью производства ценных химических веществ. Но, термодинамическая стабильность и инертность молекулы CO₂ делает процесс активации и внедрения в органическую молекулу затруднительным. Таким образом, появляется необходимость в использовании катализаторов.

Для решения данной проблемы нами были разработаны катализаторы - ионные жидкости (ИЖ) на основе 1-винилимидазола с различными функциональными группами (-ОН, -СООН, -NH₂ и др.) и противоионами (Cl, Br, I), которые являются эффективными центрами активации, взаимодействующими с эпоксидами в реакции циклоприсоединения CO₂.

Процесс синтеза циклических карбонатов на основе CO₂ проводится в мягких условиях (p (CO₂) = 1 МПа, 1,5 mol% ИЖ и T = 90 °C) в течение 2 часов, а используемые ионные жидкости, обладающие высокой термической стабильностью и хорошей каталитической активностью, позволяют добиться выхода целевого продукта и селективности более 90%.

Основная часть исследования выполнена при поддержке Российского Научного Фонда, грант № 24-79-10144.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ТГА/МС ПРИ ИЗУЧЕНИИ ПРОЦЕССОВ ВЫДЕЛЕНИЯ ВОДЫ И УГЛЕРОДА ПРИ НАГРЕВЕ ПРОБ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ И СЖИГАНИЯ УГЛЕЙ

Голынец О.С. ^(1,2), Шохина О.С. ⁽¹⁾, Медведевских М.Ю. ⁽²⁾

⁽¹⁾ *Уральский научно-исследовательский институт метрологии – филиал
ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии имени
Д.И. Менделеева», Екатеринбург, golynets_olga@uniim.ru*

⁽²⁾ *Национальный исследовательский технологический университет МИСИС*

Органический углерод является одним из основных показателей в горнодобывающей промышленности, который указывает на процессы, происходящие при добыче, обогащении и последующем сжигании угля, в частности, связанные с потерей топлива.

Текущие подходы к измерению органического углерода, которые основаны на анализе потерь при прокаливании, не принимают в расчет воздействие термостойких соединений в минеральной составляющей угля.

Для изучения поведения проб углей разной степени метаморфизма (бурый, каменный и антрацит), а также проб углей после их озоления проведено исследование выделения летучих веществ (воды, оксидов углерода) из анализируемых проб под воздействием высокой температуры методом термогравиметрического анализа с масс-спектроскопическим детектированием в окислительной и инертной атмосферах при температуре анализа 815°C.

Для проведения измерений использовали установку на основе термогравиметрического анализа с масс-спектроскопическим детектированием в составе с термоанализатором STA 449 F5 Jupiter и квадрупольным масс-спектрометром QMS 403 D Aeolos с диапазоном от 0 до 300 а.е.м.

Результаты показали, что при нагреве от 65°C до 110°C активно удаляется вода, выделение CO₂ начинается при температурах выше 300°C, при этом нагрев пробы до температуры 815°C недостаточен, необходимо выдерживание при этой температуре не менее тридцати минут. При наличии кристаллизационной воды в соединениях, составляющих минеральную часть углей – выделение воды не прекращается при температурах свыше 110°C, а продолжается непрерывно без видимых пиков вплоть до 815°C.

Подход, использованный при создании проб углей путем неполного сжигания, и полученный опыт их использования, могут быть положены в основу для создания стандартных образцов с установленным содержанием органического углерода, предназначенных в том числе для контроля точности методик измерений.

Работа выполнена в рамках Программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030».

СОРБЦИОННОЕ КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ ХЛОРТЕТРАЦИКЛИНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАТИОНИТА КУ-2

Городилова А.И., Лебедева Е.Л., Петрова Ю.С.

Уральский федеральный университет, Екатеринбург

anastasia29gor@yandex.ru

Хлортетрациклин (ХТЦ) — это антибиотик из группы тетрациклинов, часто применяемых в медицине, ветеринарии и животноводстве.

Целью настоящей работы является исследование возможности сорбционного концентрирования ХТЦ из водных растворов катионитом КУ-2 в динамическом режиме.

Концентрацию ХТЦ в растворе до и после сорбции определяли методом капиллярного зонного электрофореза на системе капиллярного электрофореза «Капель-105М» (ГК «Люмэкс»). Для анализа использовали фоновый электролит на основе фосфатного буферного раствора со значением pH 11,0, $C_{H_3PO_4} = 0,04$ моль/дм³ и $C_{ЭДТА} = 0,004$ моль/дм³ [1].

Через патрон с катионитом массой 0,300 г пропускали раствор ХТЦ pH 3,0 с концентрацией 0,001 или 0,003 г/дм³ объемом 90,0–120,0 см³ со скоростью 1–2 см³/мин.

Установлено, что динамические выходные кривые сорбции ХТЦ не выходят на насыщение. Динамическая обменная емкость КУ-2 при исходной концентрации ХТЦ 0,001 г/дм³ и скорости пропускания 1 см³/мин составила 342 мкг/г.

Десорбцию ХТЦ с поверхности КУ-2 проводили в динамических условиях, используя в качестве десорбентов 0,1 моль/дм³ раствор HCl, 0,1 моль/дм³ раствор NaOH, а также смеси 0,1 моль/дм³ H₃PO₄ с метанолом, этанолом или ацетонитрилом (1:9). Наилучший результат обеспечивает использование 25 см³ 0,1 моль/дм³ раствора NaOH (скорость пропускания 1 см³/мин). Степень десорбции ХТЦ достигает 80 %.

В целом использование сорбционного концентрирования обеспечивает уменьшение предела определения ХТЦ в 4 раза.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Программы развития Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина в соответствии с программой стратегического академического лидерства "Приоритет-2030".

1. Городилова А.И., Лебедева Е.Л., Петрова Ю.С., Неудачина Л.К. Исследование сорбции хлортетрациклина гидрохлорида с последующим определением методом капиллярного зонного электрофореза // Журнал аналитической химии. – 2023. – Т. 78, № 12. – С. 1128–1133

ПОЛУЧЕНИЕ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПЛЕНОК МЕТОДОМ ЦЕНТРИФУГИРОВАНИЯ (SPIN COATING)

Губанова Н.Н.^{1,2}, Матвеев В.А.¹, Шилова О.А.²

¹НИИЦ «Курчатовский Институт» - ПИЯФ, Гатчина

²НИИЦ «Курчатовский Институт» - ПИЯФ-ИХС, Санкт-Петербург

gubanova_nn@npi.nrcki.ru

Золь-гель метод позволяет управляемо синтезировать материалы различного состава с заданными свойствами. Этот метод не требует сложного дорогостоящего оборудования и позволяет варьировать фазовый состав, концентрацию допантов, надмолекулярную и кристаллическую структуру получаемых материалов.

Формировать пленки (покрытия или слои) из золя можно различными способами: разливом, распылением, вытягиванием подложки из раствора или с помощью центрифугирования (метод spin coating). В данной работе авторами был проведен синтез устойчивых и пленкообразующих зольей различного состава (кремнезоли, золи на основе полипероксвольфрамовой кислоты, золи на основе диоксида титана, золи смешанного состава), из которых методом spin coating были получены:

1) кремнеземные пленки, допированные наночастицами платины и/или палладия; было проведено комплексное исследование состава, строения и свойств тонких пленок; была продемонстрирована возможность использования таких покрытий в сенсорных устройствах (сенсоров определения водорода в воздушной среде).

2) пленки на основе оксида вольфрама, в том числе допированные соединениями европия; были исследованы состав и структура, а так же оптические характеристики полученных слоев; была продемонстрирована возможность использования таких покрытий в электрохромных устройствах.

3) композитные пленки (покрытия) на основе оксида титана, с различными допантами, введенными в золь на стадии синтеза (кремнезем, оксид бария и оксид свинца, соединения европия); были исследованы состав и структура, а так же оптические характеристики полученных слоев.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ БОРА ПОСЛЕ ЭКСПЕРИМЕНТОВ IN VIVO

С НАНОЧАСТИЦАМИ БОРА МЕТОДОМ АЭС ДДП

Гусельникова Т.Я.^{1,2}, Лепешонкова Ю.В.², Цыганкова А.Р.^{1,2}, Хаптаханова П.А.^{3,4},
Успенский С.А.^{3,4}, Соловьева О.И.^{2,5}, Разумова И.А.^{2,5}, Волженин А.В.¹, Каныгин В.В.²

¹*Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН, Новосибирск.*

²*Новосибирский государственный университет, Новосибирск*

³*Институт синтетических полимерных материалов им. Н.С. Ениколопова РАН,
Москва*

⁴*Московский физико-технический институт (национальный исследовательский
университет), Долгопрудный*

⁵*Институт цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск
gtya18@gmail.com*

Одной из основных задач в развитии бор-нейтронозахватной терапии рака (БНЗТ) является создание низкотоксичных соединений бора, обеспечивающих содержание изотопа ¹⁰B в количестве достаточном для проведения терапии (20-35 мкг/г массы тела). К многообещающим препаратам для БНЗТ относятся наночастицы бора (нчВ). Так как физико-химические свойства нчВ существенно отличаются от бора в аморфном состоянии, стоит задача количественного определения бора в экспериментах in vivo.

Для преодоления трудностей анализа нчВ целесообразно применить метод без предварительного растворения. К таковым относится атомно-эмиссионная спектроскопия с двухструйным дуговым плазмотроном (АЭС ДДП). Метод показал эффективность при анализе порошковых проб различного состава – материалы, горные породы, органы и ткани животных и др.

Подготовку тканей и органов мышей к анализу проводили озолением на графитовой подложке. Установлено, что после озоления при 400 °С образцы легко измельчаются и пригодны для введения в ДДП. Выбраны условия регистрации – аналитическая линия и коэффициент разбавления озолённой пробы, обеспечивающие предел обнаружения бора от 0,005 мкг/г до 0,2 мкг/г для различных проб. Правильность методики подтверждена экспериментом введено-найдено, внутрилабораторная прецизионность не превышает 20%. Предложенная методика АЭС ДДП анализа была применена для определения содержания бора в тканях и органах мышей, которым вводили наночастицы бора.

*Работа поддержана Российским научным фондом, проект № 24-23-00105,
<https://rscf.ru/en/project/24-23-00105/>*

**СОРБЦИЯ ИОНОВ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ
ПОЛИ(N-СУЛЬФОЭТИЛАМИНОМЕТИЛСТИРОЛОМ)**

Долгих И.Ю.¹, Буликеева А.М.¹, Петрова Ю.С.¹, Пестов А.В.^{1,2}

¹ *Уральский федеральный университет, Екатеринбург*

² *Институт органического синтеза УрО РАН, Екатеринбург*

inessa.dolgikh@urfu.ru

Исследование процессов сорбционного извлечения ионов благородных металлов из реальных систем с целью их разделения и концентрирования является актуальной задачей на сегодняшний день.

Целью работы являлось изучение сорбционных свойств поли(N-сульфоэтиламинометилстирола) со степенями модифицирования 0.35, 0.5 и 0.6 (ПСЭАМС 0.35, ПСЭАМС 0.5 и ПСЭАМС 0.6) по отношению к палладию (II), платине (IV) и золоту (III). Исследованы закономерности сорбции золота (III), палладия (II), платины (IV) при их индивидуальном и совместном присутствии из солянокислых растворов. Изучена сорбция благородных металлов из растворов, содержащих ионы меди (II), цинка (II), кадмия (II), кобальта (II), никеля (II). Эксперимент проводили в статических условиях методом ограниченного объема в диапазоне pH от 1.0 до 5.0, а также в 1 и 2 моль/дм³ соляной кислоте. Масса сорбента составляла 0.0200 г, исходная концентрация металла – $1 \cdot 10^{-4}$ моль/дм³, объем раствора – 50 см³. Концентрации металлов в растворах до и после сорбции определяли методом ААС на спектрометре Thermo Electron Solaar M6. Содержание платины (IV) измеряли спектрофотометрически по реакции с хлоридом олова (II). Установлено, что ПСЭАМС 0.35 извлекает палладий (II), золото (III), платину (IV) из индивидуальных растворов при pH 1.0–5.0. Максимальное значение степени извлечения палладия (II) составляет 100%, золота (III) – 96%, платины (IV) – 88%. Выявлено, что в среде 1 и 2 моль/дм³ соляной кислоты можно селективно отделить палладий (II) от золота (III), коэффициент селективности ПСЭАМС по отношению к золоту (III) в присутствии палладия (II) составляет 110. Начиная с pH 4.0 увеличение степени модифицирования ПСЭАМС от 0.5 до 0.6 приводит к уменьшению сорбции платины (IV). Ионы переходных металлов не извлекаются сорбентом и не оказывают влияния на сорбцию благородных металлов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Программы развития УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина в соответствии с программой стратегического академического лидерства «Приоритет-2030».

ИДЕНТИФИКАЦИЯ СТРОЕНИЯ ИЗОМЕРНЫХ ЗВЕНЬЕВ ПОЛИГЛИЦИДИЛТРИАЗОЛА С ПОМОЩЬЮ 2D ЯМР-СПЕКТРОСКОПИИ

Дружинин В. Д., Бабаев А.И.

Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), кафедра химии и технологии высокомолекулярных соединений

druzhinin.vd@yandex.ru

Азотсодержащие олигомеры, в частности полиглицидилтриазолы, могут использоваться в энергоёмких композициях. Одним из способов получения 1,2,3-триазолов является реакция 1,3-диполярного циклоприсоединения, в которой идёт взаимодействие между азидной группой и ацетиленовой.

При проведении реакции без катализатора образуются 1,4- и 1,5-дизамещённые 1,2,3-триазолы. Для придания определённой селективности используют различные каталитические системы.

Для проведения реакции использовались полиглицидилазид и избыток пропаргилового спирта без катализатора и растворителя. Окончание реакции подтверждали отсутствием полосы поглощения азидной группы на ИК-спектре.

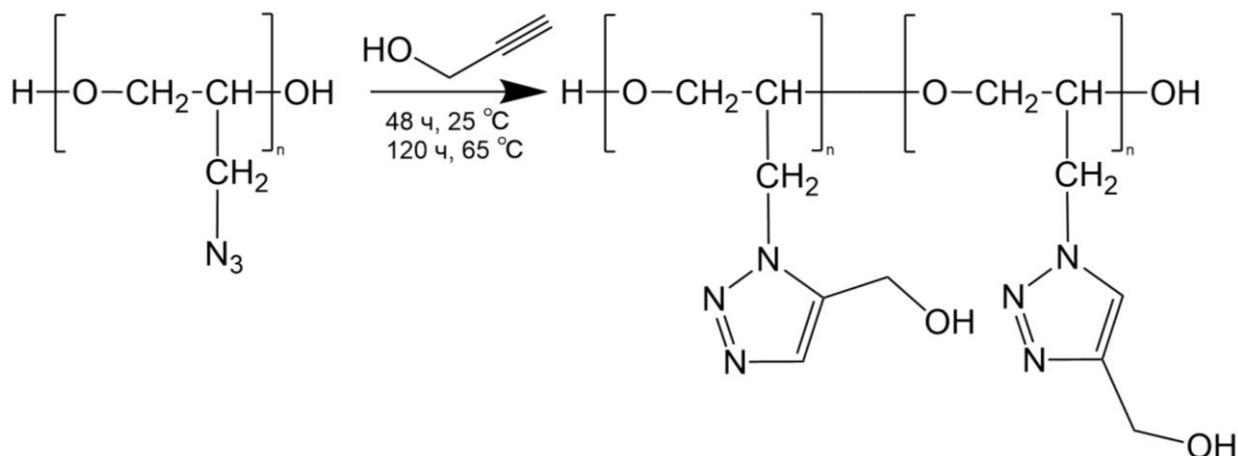


Рисунок – Схема реакции получения полиглицидилтриазола

Образец полученного продукта был растворён в DMSO-d₆ и проанализирован с помощью ¹H, ¹³C, DEPT-135, ¹H-¹H COSY, ¹H-¹³C HSQC, ¹H-¹³C HMBC, ¹H-¹⁵N HMBC. Было выяснено, что 1,4- и 1,5-замещённые 1,2,3-триазолы образовались в соотношении 1,5:1.

Таким образом, можно определять точную структуру олигомера или полимера для использования в перспективных энергоёмких композициях.

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА НИТРОВАНИЯ ЭПОКСИДИРОВАННОГО ПОЛИБУТАДИЕНА ПЕНТАОКСИДОМ АЗОТА

Дунец Е.В., Бабаев А.И.

Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), кафедра химии и технологии высокомолекулярных соединений
dunets.ekaterina@yandex.ru

Данный способ модификации полимера основан на нитровании эпоксицированного полибутадиена пентаоксидом азота с образованием динитрата полибутадиена. В качестве исходного сырья использовали эпоксицированный полибутадиен марок СКДН-Н и ПБН со степенью эпоксицирования 10-40%. Реакция нитрования эпоксицированного полибутадиена показана на рисунке 1.

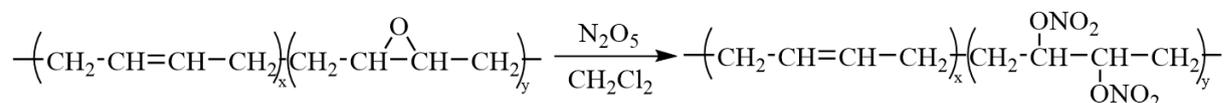


Рисунок 1 – Схема нитрования эпоксицированного СКДН-Н с получением динитрата полибутадиена

Получение N_2O_5 проводили при взаимодействии концентрированной HNO_3 и P_2O_5 при температурах от -30°C до -15°C в присутствии и отсутствии озона.

При нитровании в отсутствие озона по ^1H и ^{13}C ЯМР видны остаточные оксидные группы. Это указывает на то, что реакция получения N_2O_5 прошла не полностью. ИК-спектроскопия и ^1H ЯМР показала наличие OH -групп, которые образуются из-за остаточной влаги в системе. На рисунке 2 показана реакция образования гидроксил-нитрата полибутадиена.

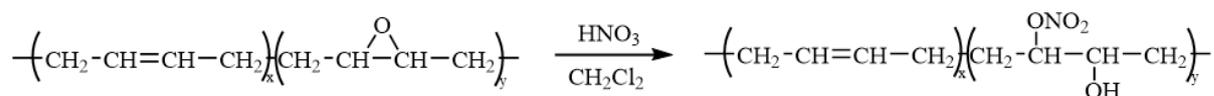


Рисунок 2 – Схема нитрования эпоксицированного СКДН-Н с получением гидроксил-нитрата полибутадиена

N_2O_5 является нестабильным соединением, которое разлагается с образованием окислов азота, среди них N_2O_4 . Поэтому проводили озонирование для окисления образующегося N_2O_4 до N_2O_5 .

В дальнейшем необходимо оптимизировать условия для получения N_2O_5 . Полученный модифицированный полибутадиен может применяться в энергоёмких композициях с сохранением физико-механических свойств.

ЭПОКСИДИРОВАНИЕ ПОЛИБУТАДИЕНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЕРОКСОФОСФОРНОВОЛЬФРАМОВОГО КАТАЛИЗАТОРА

Дунец Е.В., Бабаев А.И.

Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), кафедра химии и технологии высокомолекулярных соединений
dunets.ekaterina@yandex.ru

Полимеры, содержащие эпоксидные группы, нашли широкое применение в промышленности и в других различных областях.

В докладе представлены различные условия эпоксирирования полибутадиена марки СКДН-Н (75% цис-звеньев и 25% транс-звеньев) с использованием пероксофосфорновольфрамового катализатора. Схема синтеза катализатора и эпоксирированного полибутадиена представлена на рисунке 1.

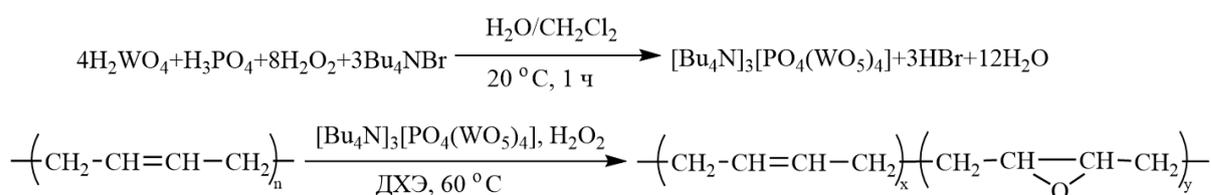


Рисунок 1 – Схема синтеза пероксофосфорновольфрамового катализатора и эпоксирированного полибутадиена

Синтез осуществлялся при температуре 60°C, разном содержании катализатора от количества полибутадиена (5-69%) и разном времени выдержки (0,5-5ч).

С помощью ¹H и ¹³C ЯМР определили степень эпоксирирования для полученных образцов, которая составила 31-71%. Метод осуществляется без использования кислот, что дает возможность получения более высокой степени эпоксирирования, так как полученные эпоксидные группы не взаимодействуют с кислотой. При увеличении количества катализатора менее чем за 30 минут можно получить степень эпоксирирования более 40%.

Выяснено, что реакционная способность 1,4-цис и 1,4-транс звеньев примерно равна. Образцы с высокой степенью эпоксирирования при хранении на открытом воздухе сшиваются. Для более длительного хранения необходимо обеспечить герметичные условия в инертной среде. Полученный эпоксирированный полибутадиен можно использовать для отверждения и дальнейших модификаций.

КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА И БИОЛИГНИНА И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Дучак А.Р.¹, Кодолова-Чухонцева В.В.^{1,2}, Розова Е.Ю.², Колбе К.А.², Смирнова
Н.В.², Юдин В.Е.^{1,2}

¹*Санкт-Петербургский государственный политехнический университет Петра
Великого, Санкт-Петербург*

²*Институт высокомолекулярных соединений РАН, Санкт-Петербург
vera_kodolova@mail.ru*

Исследовано влияние методов диспергирования лигнина на свойства композиционных материалов на основе хитозана. Водную суспензию лигнина (С1МV, Франция) диспергировали на ультразвуковой установке (УЗ) ИЛ 10-0.63, на высокоскоростном турбулентном смесителе Silverson L5M-A, либо сочетали два этих метода. В обработанную ультразвуком водную суспензию добавляли порошок хитозана до концентрации хитозана в растворе 4,0 мас.%. Содержание лигнина по отношению к массе хитозана составляло 0,1, 0,5, 1 и 3 мас.%. Растворы фильтровали и деаэрировали, затем выливали на стеклянную подложку. Полученные пленки обрабатывали смесью раствора NaOH и этанола (1:1), промывали водой и высушивали.

Исследование оптической плотности водных суспензий лигнина методом спектрофотометрического анализа показало, что способ диспергирования лигнина влияет на стабильность полученных суспензий. Композиционные пленки на основе этих суспензий, характеризуются различными механическими свойствами, степенью набухания в жидких средах и прозрачностью. Показано, что композиционные материалы, содержащие 0,5% лигнина, полученные методом УЗ диспергирования, имеют наилучшие механические характеристики (прочность $93 \pm 5,8$ МПа; деформация при растяжении $22 \pm 4\%$). Оптическая плотность пленок увеличивается с ростом концентрации лигнина. Однако, для всех концентраций лигнина, образцы, полученные методом УЗ, характеризуются наименьшей оптической плотностью. Исследование процесса набухания в жидких средах показало, что степень набухания композитов, при использовании метода УЗ диспергирования на 5-6% ниже, чем композитов, полученных другими методами. На основании приведенных данных можно сделать вывод, что УЗ метод диспергирования лигнина позволяет получить композиционный материал с наилучшими физико-механическими характеристиками. Показано, что плёночные материалы нетоксичны, культивируемые на них клетки проявляют значительную пролиферативную активность при любых концентрациях лигнина.

ПЕНОПОЛИУРЕТАНЫ, МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ОРГАНИЧЕСКИМИ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАТЕЛЯМИ, КАК СОРБЕНТЫ ИОНОВ МЕТАЛЛОВ

Заболотных С.А., Савчук А.В., Чеканова Л.Г.

*«Институт технической химии УрО РАН» – филиал ПФИЦ УрО РАН, Пермь
zabolotsveta@mail.ru*

Пенополиуретаны (ППУ) нашли широкое применение в аналитической химии в качестве сорбентов для концентрирования неорганических и органических соединений из водных растворов и воздуха. ППУ могут, как сами являться сорбентами, так и быть основой для закрепленных реагентов. Основным способом модифицирования ППУ является физическая иммобилизация: пропитывание образца полимера раствором реагента с последующим высушиванием от растворителя [1].

Для синтеза ППУ применяли олигоэфиры марки Лапрол с различной молекулярной массой (373, 402, 1052, 2102, 5003, 6003) и полиизоцианат. Полидиметилсилоксан (ПМС 200, 350, 500) добавляли в качестве разрыхлителя пор и пеностабилизатора, для вспенивания в смеси добавляли воду. В результате получали эластичные пенополиуретаны с открытой ячейистой структурой. У полученных образцов определяли кажущуюся плотность, размер пор, прочность на сжатие при 10%-ной относительной деформации (σ_{10}) и модуль упругости при сжатии (E). Наилучшие результаты показали образцы, полученные на основе Лапрола 5003 и ПМС 200/350: кажущаяся плотность 60–80 кг/м³, $\sigma_{10} = 77–82$ кПа, E = 900–1360 кПа. После деформации сжатия образцы возвращали исходную форму.

В качестве модификаторов выбранных ППУ применяли водный раствор 2,7-бис-((2-арсонофенил)азо)-1,8-дигидрокси-3,6-нафталиндисульфокислоты (Арсеназо III) и спиртовые растворы гидразида октановой кислоты (ОМ-5), метилсульфонилгидразида декановой кислоты (NEO-54) или тиазолилазопирокатехина (ТАП). Пенополиуретаны, модифицированные Арсеназо III приобретали малиновую окраску, ТАП – оранжевую. После выдерживания в растворах гидразида или ацилсульфонилгидразина окраска образцов не менялась. Рассмотрена возможность сорбции ионов РЗЭ на ППУ с иммобилизованным Арсеназо III, и ионов цветных металлов – на образцах, модифицированных ОМ-5, NEO-54 и ТАП.

Работа выполнена в рамках государственного задания по теме № 124020500033-8.

1. Дмитриенко С.Г., Апяри В.В. Пенополиуретаны: сорбционное концентрирование и применение в химическом анализе. М.: Красанд, 2010. – 264 с.

ОСАЖДЕНИЕ И ФЛОТАЦИОННОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИОНОВ РЗЭ (III) АНИОНОГЕННЫМИ ПОВЕРХНОСТО-АКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ

Заболотных С.А.¹, Денисова С.А.²

¹«Институт технической химии УрО РАН» – филиал ПФИЦ УрО РАН, Пермь

²Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь

zabolotsveta@mail.ru

В качестве реагентов для осаждения или флотационного извлечения ионов La(III), Nd(III), Sm(III), Tb(III), Er(III), Tm(III) и Sc(III) предложены анионогенные поверхностно-активные вещества: алкилбензолсульфокислота (АБСК) и калий бис-(алкилполиоксоэтилен)-фосфат (оксифос Б). Данные ПАВ являются промышленно-выпускаемыми реагентами и образуют с выбранными ионами лантаноидов (Ln) и скандия малорастворимые гидрофобные комплексы или соли.

Рассмотрено влияние соотношения компонентов, их концентраций и pH среды на извлечение ионов металлов. Наибольшие степени осаждения и флотационного извлечения ионов лантаноидов с АБСК наблюдаются при соотношении [Ln] : [АБСК] = 1:3–1:3,5. При pH 2,0–6,0 осаждение составляет 85–95%, полученные осадки представляют собой простые соли состава $Ln(C_nH_{2n+1}C_6H_4SO_3)_3$; при pH 8,0–12,0 осаждение составляет 89–97%, осадки представлены преимущественно гидроксидами ионов Ln^{3+} ; при pH 6,0–8,0 наблюдается падение степени осаждения, вызванное изменением состава образующихся осадков. Флотационного извлечения ионов лантаноидов при pH выше 6,0 не наблюдается вследствие образования гидрофильных гидроксидов.

В отличие от лантаноидов ионы скандия намного лучше извлекаются из водных растворов оксифосом Б, чем АБСК. При pH выше 2,5 осаждение Sc^{3+} оксифосом Б выше 98%. В зависимости от соотношения [Sc] : [ПАВ] флотация ионов скандия на уровне 86–98 % происходит в интервале pH от 3,5 до 6,7. Более эффективное осаждение Sc^{3+} оксифосом Б по сравнению с АБСК объясняется тем, что взаимодействие ионов Sc(III) с оксифосом Б может происходить не только за счет образования простых солей, но и достаточно прочных комплексных соединений.

Важным преимуществом использования АБСК и оксифоса Б в процессах извлечения рассмотренных ионов является возможность их количественного осаждения и флотации из кислых растворов.

Работа выполнена в рамках государственного задания по теме № 124020500033-8.

ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛИЭФИРНЫХ СМОЛ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛАХ

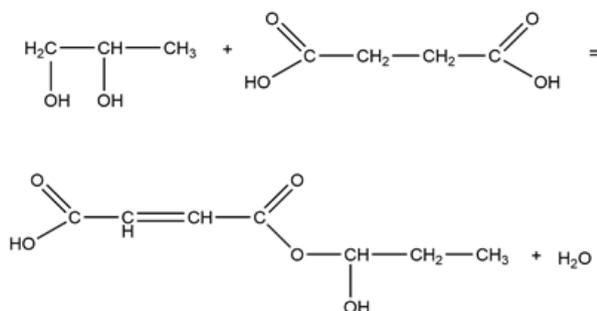
Шайдунова Г.И., Лобковский Д.С., Заморина М.С.

ПАО НПО «Искра», Пермь, Россия,

ZamorinaMilena@npoiskra.ru

В настоящее время в российской промышленности наиболее распространено использование композитов на основе эпоксидных смол, однако помимо них важными для производства являются и менее популярные полиэфирные смолы – уникальные по своим свойствам продукты. Они обладают рядом преимуществ: высокая адсорбционно-химическая совместимость с наполнителями, химическая стойкость к агрессивным средам, технологичность при пропитке, влагостойкость, дешевизна, а также способность отверждаться при низких температурах (~20 °С); кроме того, производство полиэфирных смол широко распространено в Пермском крае: например, на предприятиях АО «Пермские полиэфиры», АО «Камтэкс-Полиэфиры».

Получение полиэфирных смол основано на реакции этерификации, которая указана ниже и представляют особый интерес возможности получения продуктов широкого диапазона, произведенных с вариациями из различных кислот, гликолей и мономеров, и все они обладают различными свойствами.



В условиях НПО «Искра» были проведены экспериментально-исследовательские работы по возможности реализации полиэфирных полимерных матриц в качестве наружного усиливающего слоя на газопроводные трубы, для чего было применено связующее на полиэфирной основе, что показало значительное увеличение показателей работоспособности, что позволяет обеспечить надежность эксплуатации труб в диапазоне температур от -50°С до 70°С.

Полиэфирные смолы не проявляют стойкости к кислотным средам, но их сочетания с гелькоутом из их модификаций, например, эпоксивинилэфирные смолы, обеспечивают стойкость к широкому диапазону агрессивных сред (кислот, щелочей, отбеливателей и других органических соединений).

ВЛИЯНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ДОБАВОК НА ТЕРМОСТОЙКОСТЬ АКРИЛОНИТРИЛБУТАДИЕНСТИРОЛА

Иванова Е.В., Лебедева Е.А., Трухинов Д.К., Истомина Т.С., Астафьева С.А.

«Институт технической химии УрО РАН» – филиал ПФИЦ УрО РАН, Пермь

kornilicina.lena@mail.ru

Одним из ключевых направлений промышленного производства является разработка и использование полимерных композиционных материалов (ПКМ). Акрилонитрибутадиенстирол (АБС) - это термопластичный материал, который используется во многих отраслях (строительство, автомобилестроение, производство электроники и др.) благодаря высоким ударопрочным характеристикам и доступности на рынке. Для придания специальных эксплуатационных свойств в него вводят различные функциональные добавки. Необходимым фактором для использования ПКМ в электронной индустрии является электромагнитная совместимость, которая достигается введением проводящих наполнителей. Наиболее популярными, из которых являются углеродные материалы (волокна, нанотрубки, графен) и частицы металлов или их оксидов.

Однако одной из особенностей АБС пластика при его переработке и использовании является воспламеняемость и высокая вероятность возгорания. Вследствие этого, исследование термостойкости ПКМ на его основе считается актуальным направлением. В данной работе было проанализировано влияние функциональных добавок на термоокислительную стабильность композитов на основе АБС пластика. Количество наполнителей варьировалось от 1 до 6 мас. %. В качестве функциональных добавок были использованы наноразмерные частицы магнетита, полученные методом химической конденсации, и углеродные волокна, извлеченные из углепластика методом низкотемпературного сольволиза.

Результаты термического анализа показали, что введение наполнителей приводит к появлению третьей ступени на термогравиметрической кривой, которую можно отнести к деструкции углеродного волокна и выгоранию коксового остатка. Установлено, что с увеличением степени наполнения значения температур 5 и 10% потери массы снижаются.

Работа выполнена в рамках государственного задания; номер государственной регистрации 124022100088-6. Работа выполнена с использованием оборудования ЦКП «Исследования материалов и вещества» ПФИЦ УрО РАН.

СОПОЛИМЕРИЗАЦИЯ N,N-ДИАЛЛИЛ-N'-НЕОПЕНТАНОИЛГИДРАЗИНА С АКРИЛОВЫМИ МОНОМЕРАМИ

Кариев И.Р.^{1*}, Горбунова М.Н.^{1,2}, Батуева Т.Д.²

¹ПГНИУ, Пермь, Россия

²«ИТХ УрО РАН», Пермь, Россия

*insafkariev8@gmail.com

Одним из перспективных путей получения полифункциональных полимеров является совместная полимеризация мономеров, содержащих различные функциональные группы. С этой точки зрения большой интерес представляют N-аллилированные производные гидразидов карбоновых кислот, которые обладают флотационными свойствами и являются селективными экстрагентами меди.

Изучена возможность протекания радикальной сополимеризации N,N-диаллил-N'-неопентаноилгидразина (ДАНПГ) с акриловыми мономерами (акрилонитрилом, акриловой и метакриловой кислотой). Исследования показали, что ДАНПГ легко вступает в сополимеризацию с акриловыми мономерами в массе в присутствии ДАК. В результате сополимеризации во всех системах образуются сополимеры со статистическим распределением сомономерных звеньев в макромолекуле и независимо от состава исходной мономерной смеси сополимеры обогащены звеньями акрилового мономера.

Кинетические исследования сополимеризации ДАНПГ с акриловыми мономерами показали, что на начальных степенях превращения увеличение доли акриловых мономеров приводит к росту скорости реакции; наибольшая скорость реакции наблюдается для сополимеризации ДАНПГ с метакриловой кислотой. Установлено, что сополимеризация ДАНПГ с акриловыми мономерами протекает с участием обеих двойных связей с образованием пирролидиновых структур.

Исследования сорбционной активности сополимеров показали, что сополимер ДАНПГ с акрилонитрилом обладает высокой сорбционной активностью по отношению к ионам редкоземельных металлов в щелочной среде, максимальное извлечение наблюдается в интервале рН 11–12.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 24-23-00072).

Авторы благодарят Центр коллективного пользования ПФИЦ УрО РАН «Исследование материалов и вещества» за спектральные, аналитические и биологические исследования.

СВОЙСТВА ДИОКСИДА ЦИРКОНИЯ, ПОЛУЧЕННОГО РАЗЛИЧНЫМИ ВАРИАНТАМИ ТЕМПЛАТНОГО ГИДРОТЕРМАЛЬНОГО СИНТЕЗА

Кондрашова Н.Б., Савастьянова М.А., Ухин К.О.

«Институт технической химии УрО РАН» – филиал ПФИЦ УрО РАН, Пермь

Kondrashova_n_b@mail.ru

Известно, что диоксид циркония ZrO_2 , благодаря его устойчивости к высоким температурам и коррозии, находит широкое применение в различных отраслях промышленности и медицины.

Поскольку, коммерческий диоксид циркония имеет невысокую удельную поверхность (~ 8 м²/г) и, как правило, моноклинную кристаллическую структуру (m- ZrO_2), в последние годы многие исследователи рассматривают различные пути получения наноразмерного диоксида циркония с улучшенными текстурными и кислотно-основными характеристиками. Одним из таких направлений является гидротермальный темплатный синтез.

С этой целью, в работе рассмотрены различные варианты темплатного гидротермального синтеза ZrO_2 , где в качестве темплата использовали катионогенный цетилтриметиламмония бромид (СТАВ), а в качестве прекурсоров диоксида циркония - циркония оксихлорид восьмиводный $ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$ (обр. 1X, 2X и 3X) и цирконила нитрат дигидрат $ZrO(NO_3)_2 \cdot 2H_2O$ (обр. 1H, 2H и 3H). Свойства диоксида циркония оценивались в зависимости от природы прекурсоров ZrO_2 , природы щелочного агента, мольных соотношений основных компонентов синтеза, температуры и времени гидротермальной выдержки. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 –Текстурно-структурные свойства образцов диоксида циркония, полученных различными вариантами темплатного гидротермального синтеза

Обра- зец	Соотношение компонентов	Обнаруженная фаза	Соотно- шение фаз, %	Размер кристал- литов, нм	Удельная поверх- ность, м ² /г	Объём пор, см ³ /г	Размер пор, нм
1X	100 H ₂ O/0,44 СТАВ/ 0,4 NaOH/1 Zr ⁴⁺ O(An) ₂	m-ZrO ₂	100	9,27	37	0,25	27,0
1H		t-ZrO ₂ /m-ZrO ₂	62/38	13,89	28	0,07	5,4
2X	100 H ₂ O/0,44 СТАВ/ 2 NaOH/1 Zr ⁴⁺ O(An) ₂	t-ZrO ₂ /m-ZrO ₂	40/60	13,71	43	0,29	19,1
2H		t-ZrO ₂ /m-ZrO ₂	52/48	13,04	8	0,02	13,8
3X	6167 H ₂ O/0,22СТАВ/ 245 NH ₄ OH/1Zr ⁴⁺ O(An) ₂	c-ZrO ₂ /m-ZrO ₂	43/57	7,72	83	0,2	5,4
3H		c-ZrO ₂ /m-ZrO ₂	40/60	8,31	72	0,13	4,9

Таким образом, показано, что гидротермальный синтез в большом количестве водно-аммиачной среды способствует формированию ZrO_2 с высокой удельной поверхностью и малым размером кристаллитов.

*Авторы благодарят Центр коллективного пользования ПФИЦ УрО РАН
«Исследование материалов и вещества» за исследования свойств полученных образцов.*

ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ 1-ИЗОПРОПОКСИТИОКАРБОНИЛ-2-БЕНЗОИЛГИДРАЗИНА С ИОНАМИ МЕДИ (II) И ЦИНКА (II) МЕТОДОМ ОСАЖДЕНИЯ

Кононов Е.А., Чеканова Л.Г., Гусев В.Ю.

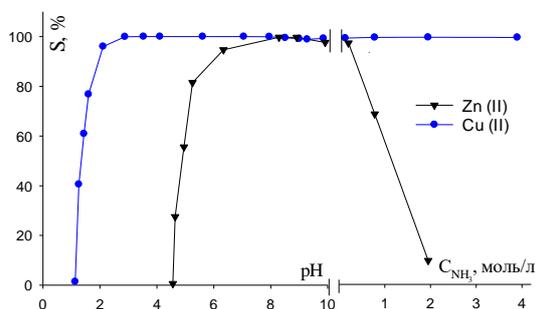
«Институт технической химии УрО РАН» – филиал ПФИЦ УрО РАН, Пермь

kononov_e.a@mail.ru

Основным методом обогащения руд цветных металлов, в том числе и медно-цинковых, является флотация. Один из способов повышения ее эффективности – поиск новых реагентов-собирателей, способных адсорбироваться на поверхности минералов. Из-за наличия тиогидразидной функционально-активной группы ($-C(S)NHNH_2$) тиокарбазаты – производные гидразина – способны вступать в реакцию комплексообразования с ионами цветных металлов, благодаря чему могут закрепляться на минеральной поверхности и рассматриваться в качестве собирателей.

Ранее спектрофотометрическим методом было установлено образование комплекса состава 1:1 1-изопропокситиокарбонил-2-бензоилгидразина ($i-PrOC(S)NHNHC(O)Ph$) с ионами Cu (II) в спиртовом растворе. Данное комплексное соединение труднорастворимо в воде, поэтому целью работы являлось исследование комплексов реагента с ионами Cu (II) и Zn (II) методом осаждения для подтверждения состава комплекса и определения области значений pH, в которой происходит комплексообразование.

Из данных рисунка следует, что ионы Cu (II) полностью осаждаются в широком диапазоне значений pH. Для Zn (II) область осаждения значительно меньше, при этом максимальная степень осаждения достигается при $pH = 8 \div 10$.



Зависимость степени осаждения ионов металла от равновесного значения pH
 $C_{M(II)} = 1 \cdot 10^{-2}$ моль/л, $C_R = 2 \cdot 10^{-2}$ моль/л

Методом насыщения подтвержден состав комплексов реагента (1:1) с Cu (II) и Zn (II). Для установления соотношения металл-лиганд определялось остаточное содержание реагента в фильтрате по разработанной ранее методике йодометрического титрования.

ФИЗИЧЕСКИ СШИТЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ ГИДРОГЕЛИ НА ОСНОВЕ АЛЬГИНАТА И ГУАНИДИНИЕВЫХ ПОЛИАМФОЛИТОВ

Копылов Д.Д.^{1*}, Овчарук А.В.^{1,2}, Горбунова М.Н.^{1,2}, Лемкина Л.М.³

¹*ПГНИУ, Пермь, Россия*

²*«ИТХ УрО РАН», Пермь, Россия*

³*«ИЭГМ УрО РАН», Пермь, Россия*

**owl59ru@gmail.com*

Альгинат представляет собой нетоксичный, биосовместимый и биоразлагаемый природный полисахаридный полимер, состоящий из вариаций звеньев гулурановой и маннуроновой кислот и имеющий широкое биомедицинское применение. Путем физического сшивания природного полимера альгината и гуанидиниевых полиамфолитов хлоридом кальция и бурой, соответственно, были получены гидрогелевые пленки альгинат/полиамфолит. Образующаяся пленка образуется за счет физических взаимодействий между сшивающими ионами и соответствующими им молекулами. С одной стороны, молекулы буры взаимодействуют с гидроксилами кислотных групп посредством водородных связей. С другой стороны, альгинат образует гидрофильные гели при взаимодействии с ионами многовалентных металлов: два обращенных друг к другу спиральных участка α -L-гулурановой кислоты связывают ион Ca^{+2} по хелатному типу связывания, что приводит к образованию яичной коробки. Методы ЯМР, ИК, ТГА, РФА и элементного анализа были использованы для характеристики композитных пленок. Образцы сшитых пленок демонстрируют степень набухания 5.15 за 120 мин и сохраняют свою структурную целостность в течение, по меньшей мере, 48 часов. Было обнаружено, что равновесная степень набухания достигается через 24 часа и составляет 7.1.

Методом равновесия композитные пленки были наполнены антибиотиком ампициллином, и было проведено детальное исследование высвобождения лекарственного средства. Установлено, что в течение 3 часов при 37°C и pH 7.4 наблюдалось выделение 30 % ампициллина. Результаты антибактериального исследования, проведенного с использованием метода «зоны ингибирования», показали, что пленки, наполненные ампициллином, обладают высокой антимикробной активностью.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 23-23-00073).

Авторы благодарят Центр коллективного пользования ПФИЦ УрО РАН «Исследование материалов и вещества» за спектральные, аналитические и биологические исследования.

ТЕРМИЧЕСКАЯ МОДИФИКАЦИЯ КАМЕННОУГОЛЬНЫХ И НЕФТЯНЫХ ПЕКОВ

Красикова А.П.^{1,2}, Андрейков Е.И.^{1,2}, Антонов Д.О.^{1,2}, Первова М.Г.¹, Жилина Е.Ф.¹

¹*Институт органического синтеза им. И.Я. Постовского УрО РАН,*

Екатеринбург

²*АО «ВУХИИ», Екатеринбург*

a_sharkunova@mail.ru

Каменноугольные (КП) и нефтяные (НП) пеки применяют в качестве связующего и пропиточного материалов при получении графитированных электродов для сталелитейной промышленности, катодных и анодных блоков для производства алюминия, углерод-углеродных конструкционных материалов. КП является остатком дистилляции каменноугольной смолы, побочного продукта производства металлургического кокса. НП получают из ароматизированных продуктов переработки нефтяного сырья. Основными эксплуатационными характеристиками пеков являются коксовый остаток и температура размягчения, которая характеризует реологические свойства пеков. Связующие и пропиточные пеки должны обладать низким значением температуры размягчения при высоком значении коксового остатка. Однако, для промышленных пеков высокий показатель коксового остатка коррелирует с высоким значением температуры размягчения.

С целью получения КП и НП с низкими значениями температуры размягчения при сохранении высоких значений коксового остатка применяют различные методы модификации пеков, в том числе термообработку с различными реакционноспособными соединениями.

В работе изучены продукты термических реакций, протекающих при термообработке КП и НП с α -метилстиролом (АМС), в диапазоне температур 170-300°C. Полученные модифицированные пеки имеют пониженные значения температуры размягчения при высоких показателях коксового остатка. С применением дейтерированного нафталинового пека (ДНФП) методами ¹H ЯМР и ИК спектроскопии исследованы типы образующихся в результате термических реакции ДНФП с АМС C–H связей. Показано, что в исследуемом температурном диапазоне преимущественно образуются продукты присоединения соединений пека к АМС по двойной связи.

Работа выполнена в рамках государственного задания (тема 124020200028-7).

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ РАЗДЕЛЕНИЯ ИОНОВ ЗОЛОТА (III) И ПАЛЛАДИЯ (II) СОРБЕНТАМИ НА ОСНОВЕ СШИТЫХ ПОЛИВИНИЛИМИДАЗОЛОВ

Кузнецова К.Я.¹, Ефимова В.Я.¹, Петрова Ю.С.¹, Казанцев Д.А.², Пестов А.В.^{1,2},
Неудачина Л.К.¹

¹ *Уральский федеральный университет, Екатеринбург*

² *Институт органического синтеза УрО РАН, Екатеринбург*

lorunova.97@mail.ru

Современные спектральные методы анализа не всегда обеспечивают необходимую чувствительность определения золота (III) и палладия (II) из сложных по составу объектов. Поэтому на стадии пробоподготовки часто используют методы разделения и концентрирования, которые позволяют повысить концентрацию целевого компонента, а также снизить фоновое влияние матрицы.

Целью данной работы являлся выбор оптимальных условий разделения золота (III) и палладия (II) сорбентами на основе поливинилимидазолов (ПВИ), сшитыми тетра- и пентаметилендибромидом. Исследуемые сорбционные материалы синтезированы в ИОС УрО РАН под руководством к.х.н. А.В. Пестова.

Ранее нами исследована сорбция ионов благородных металлов из солянокислых растворов различного состава в статических условиях. Установлено, что ПВИ являются групповыми сорбентами для извлечения ионов благородных металлов (БМ) при $\text{pH} > 1.0$. Однако, в кислых средах ($C_{\text{HCl}} = 1-2$ моль/дм³) палладий (II) извлекается ПВИ в наибольшей степени, чем золото (III), что создает предпосылки к их разделению при данных условиях. Апробацию применения ПВИ для разделения ионов БМ проводили из раствора, содержащего 1 моль/дм³ HCl, при этом степень извлечения ионов палладия (II) составляла 89 %, а золота (III) не превышала 5 %. Затем из раствора с $\text{pH} = 2$ преимущественно извлекали ионы золота (III), так как ионы палладия (II) извлекались на первом этапе разделения. Регенерацию сорбента проводили с использованием 25.0 см³ 1 %-го раствора тиомочевины в 2 моль/дм³ соляной кислоте.

Для исследования возможности разделения ионов палладия (II) и золота (III) в динамических условиях проводили сорбцию данных ионов металлов ПВИ из 1 моль/дм³ HCl. Установлено, что ионы палладия (II) количественно извлекаются ПВИ. В то время как ионы золота (III) в данных условиях извлекаются поливинилимидазолом в существенно меньшей степени.

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ НА ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АБС ПЛАСТИКА

Лебедева Е.А., Астафьева С.А., Иванова Е.В., Трухинов Д.К.

*«Институт технической химии УрО РАН» – филиал ПФИЦ УрО РАН, Пермь
itch.elena@mail.ru*

В настоящее время применение термопластов и композитов на их основе в автомобильной и аэрокосмической отраслях увеличивается, что связано как с уровнем функциональных характеристик разрабатываемых термопластичных материалов, так и с возможностью их вторичной переработки и отсутствием процессов отверждения. Литье под давлением является широко используемым способом переработки термопластов различного назначения. Внедрение новых композитов требует оптимизации технологических параметров (давление, время выдержки, температуры зон нагрева и т.д.) с учетом типа сырья и модели установки для получения качественной продукции с минимальным количеством дефектов. Как правило, подбор условий требует большого количества экспериментально-технологических работ, что в разы повышает трудоемкость.

Целью данной работы являлось изучение влияния технологических условий литья под давлением на прочностные свойства акрилонитрил-бутадиен-стирола (АБС). В качестве исследуемых параметров были взяты максимальная скорость впрыска, температуры третьей и четвертой зоны материального цилиндра термопласт автомата (ТПА). Методами статистического анализа ANOVA, метода Тагучи было оценено влияние каждого выбранного параметра термопласт автомата на величину прочности получаемых деталей АБС пластика. Показано, что наименьший вклад в показатель прочности вносит температура III зоны материального цилиндра, а наибольший - IV зона нагрева. С помощью методики Тагучи была подобрана оптимальная комбинация параметров литья на ТПА: 210°C (III зона), максимальная скорость впрыска 245 мм/с, 208°C (IV зона).

Работа выполнена в рамках государственного задания; номер государственной регистрации темы 124022100088-6. Работа выполнена с использованием оборудования ЦКП «Исследования материалов и вещества» ПФИЦ УрО РАН.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ПЕНОКЕРАМИЧЕСКИХ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ ЖАРОПРОЧНЫХ СПЛАВОВ

Лебедева К.Н., Порозова С.Е., Максимова А.Г.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

kseny1305@gmail.com

При изготовлении литых металлических изделий особое внимание уделяют удалению примесных включений, содержащихся в сплаве [1]. Наиболее эффективно этот процесс осуществляется посредством фильтрации через высокопористые пенокерамические фильтры (ПКФ). Известно [2], что при очистке сплавов магния, алюминия, железа существенную роль играют не только геометрические характеристики фильтров, но и фазовый состав их поверхности. Проведена сравнительная характеристика поверхности трех промышленных ПКФ марок Selee (США), SQ Group (Китай) и Lanik (Чехия), изготовленных по данным фирм-производителей на основе диоксида циркония, стабилизированного оксидом магния. Все три фильтра используются при литье жаропрочных никельсодержащих сплавов. Исследования поверхности ПКФ методом спектроскопии комбинационного рассеяния света (рамановской спектроскопии) позволили установить, что фазовый состав поверхности фильтров существенно различается. Идентифицировать диоксид циркония тетрагональной и моноклинной модификаций удалось только на ПКФ марки Selee. Фильтры производства SQ Group имеют близкий химический состав, но основными кристаллическими фазами на поверхности являются циркон ($ZrSiO_4$) и силикаты магния. Линии диоксида циркония имеют очень слабую интенсивность. В фильтре фирмы Lanik также зафиксированы слабые линии диоксида циркония моноклинной модификации, наиболее интенсивны линии циркона и фосфатов магния. Таким образом, только у ПКФ марки Selee состав поверхности может быть определен достаточно точно. Фазовый состав поверхности двух других ПКФ является переменной величиной и не может быть четко зафиксирован.

1. Влияние фильтрационного рафинирования на микроструктуру и механические свойства сплав ВЖ-159 / В.А. Коровин, И.О. Леушин, С.В. Беляев // Прогрессивные технологии и системы машиностроения. – 2023. - №1(80). – С. 29-34.

2. Анциферов В.Н., Порозова С.Е. Высокопористые ячеистые материалы на основе алюмосиликатов: [Гл.2] // Проблемы порошкового материаловедения. Часть II. Высокопористые проницаемые материалы / Науч. ред. В.Н. Анциферов; УрО РАН. – Екатеринбург, 2002. – С.57-167, 242-255.

ГИБРИДНЫЕ ПОЛИУРЕТАНМОЧЕВИНЫ

Макарова М.А., Сеничев В.Ю.

«Институт технической химии УрО РАН» – филиал ПФИЦ УрО РАН, Пермь

makmara65@mail.ru

Уретановые эластомеры (УЭ) широко используются как конструкционные материалы во многих отраслях промышленности и известны высокой прочностью, износостойкостью, и стойкостью к воздействию агрессивных сред. Одним из традиционных путей регулирования свойств полиуретанов является их химическая модификация. Наиболее широко известно регулирование упруго-прочностных характеристик УЭ, осуществляемое путем варьирования в композициях соотношения между олигоэфирными и диаминными отвердителями. При этом, как правило, олигоэфиры, вводимые в состав отверждающих смесей, имеют тот же самый тип, что и олигоэфиры, используемые для синтеза промежуточных форполимеров (например, простой олигоэфир - простой олигоэфир). Такой порядок применения предотвращает проявление эффекта термодинамической несовместимости между компонентами реакционной смеси, но накладывает существенное ограничение на возможности регулирования материала. Целью работы было исследование возможности создания гибридных УЭ на основе несмешивающихся олигоэфиров различного типа (сложных и простых олигоэфиров).

В качестве объектов исследования использовали уретансодержащие эластомеры, полученные отверждением форполимера (основе простого олигоэфира – олиготетраметиленоксиддиола ($M_n \sim 1000$ г/моль) и 2,4-толуилендиизоцианата) смесью переменного состава: сложный олигоэфир – олигодизэтиленадипинатдиол (ПДА-800) $M_n \sim 790$ г/моль и ароматический диамин (МОСА) – 4,4'-метилен-бис(2-хлоранилин). Содержание ПДА-800 в отверждающей смеси варьировалось от 0,05 до 0,5 моля.

Исследования проведены различными методами: ИК-Фурье спектроскопия, ДСК, ТМА, определены физико-механические свойства в диапазоне $-50...50^\circ\text{C}$.

Установлено, что полученные гибридные полиуретанмочевины – прозрачные, не кристаллизуются и обладают хорошими эксплуатационными свойствами. Кроме того, использование для получения перспективных материалов – олигомеров, производящихся в нашей стране в промышленном масштабе, снижает себестоимость готовой продукции.

АНАЛИЗ ТЕРМИЧЕСКИХ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ АБС-ПЛАСТИКА

Минина Д.С.¹, Старцева М.И.¹, Лебедева Е.А.², Астафьева С.А.²,

Трухинов Д.К.², Иванова Е.В.²

¹*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Пермский национальный исследовательский
политехнический университет», Пермь*

²*«Институт технической химии УрО РАН» – филиал ПФИЦ УрО РАН, Пермь
mdasha326@mail.ru*

В настоящее время особое внимание уделяется разработке и исследованию полимерных композиционных материалов (ПКМ), которые обеспечивают высокие эксплуатационные свойства, а также сочетают в себе термическую и химическую стойкость и высокую прочность. К современным материалам предъявляются высокие требования: низкая стоимость, пригодность к переработке и надежность. Для удовлетворения параметров в ПКМ вводятся наполнители. Одним из перспективных компонентов является углеродное волокно (УВ), которое обладает высокой прочностью, устойчивостью к высоким температурам и хорошей химической стойкостью.

Целью данной работы является исследование термических и физико-механических свойств композиционного материала на основе акрилонитрил-бутадиен-стирола (АБС), наполненного коротким углеродным волокном, модифицированным частицами магнетита методом *in situ*.

Технологический процесс приготовления ПКМ включал следующие стадии: смешение АБС-пластика с углеволокном в дисковом экструдере; измельчение экструдата механическим способом; литьё под давлением на термопластавтомате. Выявлено увеличение прочности на разрыв на 16 % и модуля Юнга 40% по сравнению с исходным АБС пластиком, также наполненный УВ пластик имеет лучшую термическую стабильность, чем исходный АБС.

Работа выполнена в рамках государственного задания; номер государственной регистрации темы 124022100088-6. Работа выполнена с использованием оборудования ЦКП «Исследования материалов и вещества» ПФИЦ УрО РАН.

ПОЛУЧЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ ПОЛИМЕРОВ С ВКЛЮЧЕНИЕМ УГЛЕТКАНИ

Муниров А.Ф.¹, Псянчин А.А.

¹Уфимский университет науки и технологий, Уфа

munirovanvarf@gmail.com

В настоящее время возрастает спрос на термопластичные полимерные композиты благодаря их высокой прочности, легкости и химической инертности. В связи с этим, целью данной работы было создание полимерных композитов на основе термопластичных полимеров с добавлением углеткани (УТ). В качестве термопластичных полимеров были выбраны полилактид (ПЛА) Luminy L 175 (Total Corbion) и полипропилен (ПП) H350/FF3 (Сибур). Полимерные композиты были изготовлены методом прессования на гидравлическом прессе МН-NE (Carver) путем чередующейся послойной выкладки углеткани и пленок термопластичных полимеров. Для оценки эксплуатационных характеристик были определены физико-механические свойства композитов при растяжении на разрывной машине AGS-X (Shimadzu).

Таблица. Физико-механические характеристики композитов.

Образец	Сила при разрыве, Н	Прочность при разрыве, Мпа	Ход, мм
ПП пленка	22,85	24,03	4,39
ПП УТ 3 слоя	2433,09	217,32	2,75
ПП УТ 4 слоя	3425,82	170,90	3,32
ПП УТ 5 слоев	3443,40	94,86	2,82
ПЛА пленка	65,66	54,88	1,81
ПЛА УТ 3 слоя	1891,31	226,15	2,43
ПЛА УТ 4 слоя	3090,92	240,50	3,07
ПЛА УТ 5 слоев	5702,78	277,20	4,07

По результатам представленных в таблице можно установить, что полилактид из-за высокой адгезии с волокнами имеет более высокие прочностные характеристики.

Работа выполнена за счет средств Программы стратегического академического лидерства Уфимского университета науки и технологий (ПРИОРИТЕТ-2030).

БИОЦИДНЫЕ БИ-ПОЛИМЕРНЫЕ ГИДРОГЕЛИ НА ОСНОВЕ КАРРАГИНАНА И ГУАНИДИНИЕВЫХ ПОЛИАМФОЛИТОВ

Овчарук А.В.^{1,2*}, Горбунова М.Н.^{1,2}, Лемкина Л.М.³

¹*«ИТХ УрО РАН», Пермь, Россия*

²*ПГНИУ, Пермь, Россия*

³*«ИЭГМ УрО РАН», Пермь, Россия*

**andov4444@mail.ru*

В последние годы все большее внимание привлекают физически сшитые гидрогели, которые благодаря высокой биосовместимости и нетоксичности представляют интерес для медицины.

Путем физического сшивания гуанидиниевых полиамфолитов (сополимеров 2,2-диаллил-1,1,3,3-тетраэтилгуанидиний хлорида и акриловой, метакриловой, винилуксусной и кротоновой кислот) и природного полимера каппа-каррагинана бурой и хлоридом калия, соответственно, были получены гидрогелевые пленки каррагинан/полиамфолит.

Методы ЯМР, ИК, СЭМ, ТГА, РФА и элементного анализа были использованы для характеристики композитных пленок. Образцы сшитых пленок демонстрируют степень набухания 3.23-5.90 за 2 часа и сохраняют свою структурную целостность в течение, по меньшей мере, 72 часов.

Методом равновесия композитные пленки были наполнены антибиотиком доксициклином, и было проведено детальное исследование высвобождения лекарственного средства. Установлено, что в течение 5 часов при 37°C и pH 7.4 наблюдалось выделение 31, 32, 41 и 43% доксициклина из гидрогелей на основе сополимеров акриловой, метакриловой, кротоновой и винилуксусной кислоты, соответственно. Пленки, наполненные доксициклином, показали превосходный антимикробный эффект, особенно в отношении грамположительных микроорганизмов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 23-23-00073).

Авторы благодарят Центр коллективного пользования ПФИЦ УрО РАН «Исследование материалов и вещества» за спектральные, аналитические и биологические исследования.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДАМИ ТЕРМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ ДИОКСИДА ЦИРКОНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИРОДЫ ПРЕКУРСОРОВ

Ощепкова Т.Е., Савастьянова М.А., Кондрашова Н.Б., Ухин К.О.

«Институт технической химии УрО РАН» – филиал ПФИЦ УрО РАН, Пермь

oshcepkova@ya.ru

Интерес исследователей к диоксиду циркония обусловлен его свойствами – высокой температурой плавления, низкой теплопроводностью, устойчивостью к химическим реагентам. В работе была проведена сравнительная оценка свойств диоксида циркония, полученного методом осаждения в аммиачной среде с использованием различных прекурсоров: алкоксидов циркония - циркония пропилата (обр. S_П) и циркония бутилата (обр. S_Б), а также солей циркония - циркония оксихлорида восьмиводного (обр. S_Х) и цирконила нитрата дигидрата (обр. S_Н).

Известно, что водные растворы соединений циркония подвержены гидролизу. Ключевые свойства оксидного материала в значительной степени определяются реакциями, происходящими на этом этапе. Считается, что в результате гидролиза алкоксидов циркония образуются оксоалкоксидные комплексы, которые затем в процессе поликонденсации полимеризуются с образованием тетрамерных структур с большим числом повторяющихся звеньев. В результате гидролиза неорганических солей: $ZrOAn_2 + (n+1)H_2O \rightarrow ZrO_2 \cdot nH_2O + 2H^+ + 2An^-$ формируются гидратированные оксиды циркония. Методами термического анализа (ТГА и ДСК) проследили процессы, протекающие в исследуемых образцах при тепловой обработке до 1000°C (см. рис.).

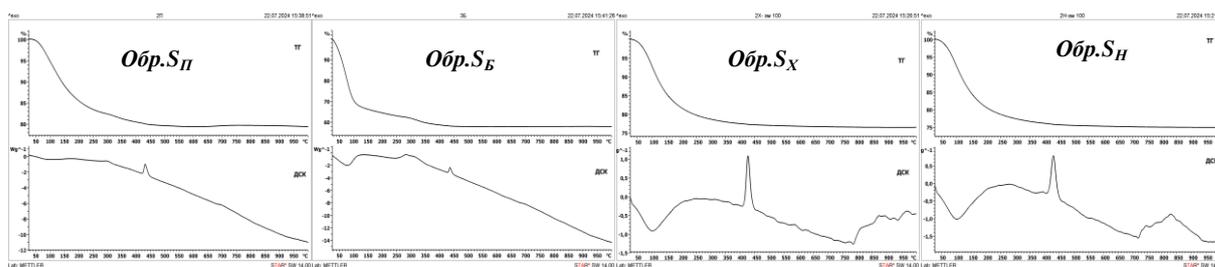


Рисунок – Результаты термического анализа продуктов гидролиза

По результатам термического анализа определено, что точкой кристаллизации диоксида циркония, несмотря на природу используемых в процессе синтеза прекурсоров, и, как следствие, формирования различных продуктов гидролиза, является температура 430°C. Методом РФА определено, что во всех образцах присутствуют 2 фазы - t-ZrO₂ и m-ZrO₂. Но доля высокотемпературной фазы t-ZrO₂ (~до 70%) выше в образцах, полученных с использованием неорганических солей Zr.

Авторы благодарят Центр коллективного пользования ПФИЦ УрО РАН «Исследование материалов и вещества» за физико-химические исследования образцов.

ДЕКОРИРОВАНИЕ ПОРИСТОГО ФАЯНСА ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ДЕКОЛЬЮ С НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫМ ОБЖИГОМ

Папулова Г.Н., Задорожный И.В.

*Московский Государственный Технологический Университет «Станкин», Москва,
papulova_galina@mail.ru*

Традиционный способ декорирования керамики нанесением низкотемпературной деколи на готовое изделие со стекловидным гладким слоем включает последующий третий низкотемпературный обжиг при 760-790⁰С для выгорания органической составляющей деколи, что экономически нецелесообразно [1]. Покрытие имеет недостаточный блеск глазури, сухость красок с отсутствием синих и красных тонов. Как известно, долговечность декора и его эстетичность связана с подглазурным декорированием В настоящей работе были проведены исследования по нанесению высокотемпературной деколи_синих и голубых, желтых, красных и коричневых тонов на основе смеси оксидов следующих химических систем (Sn-Zn-Ca-Si-Cr)- розовый (Co-Al-Cr-Zn) – голубой; (Fe-Ni-Zn-Cr) – коричневый, красный, желтый [1]. Изучали адгезию пигментной составляющей лаковой пленки деколи при декорировании пористого фаянса высокотемпературной деколью синих и красных тонов (с низкотемпературным обжигом). Качество глазурного покрытия оценивали по отсутствию растрескивания пигментной пленки (визуально) [2]. После нанесения деколи на пористую поверхность и обжиг в течение 4 часов при температуре от 600 до 650⁰С на деколи синих и красных тонов - расплыл контура рисунка. Увеличение содержания флюса в клеящей композиции уменьшает расплыл синего кобальта и улучшает адгезию, но глазурное покрытие с недостаточным блеском. На розовых деколях глазурное покрытие с наколами. После нанесения глазури и последующего высокотемпературного обжига при температуре от 1140 до 1160⁰С расплыва контура рисунка и наколов нет. Разработана технология нанесения деколи.

1. Мороз И.И. Технология фарфоро-фаянсовых изделий. М:Стройиздат. 1984, 334с.
2. Папулова Г.Н. Декорирование пористого фаянса высокотемпературной деколью с низкотемпературным обжигом. Сборник трудов IV МНТК"Современные достижения в области клеев и герметиков. Материалы. Сырье. Технологии». Дзержинск, сент.2023, с.262-264.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ТЕРМОСТОЙКОСТИ ПОЛИУРЕТАНМОЧЕВИН В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОВЫШЕННЫХ ТЕМПЕРАТУР

Перепада М.В., Сеничев В.Ю.

*Институт технической химии УрО РАН – филиал Пермского федерального
исследовательского центра УрО РАН, Пермь.*

Mari.perepada@mail.ru

Различные литьевые полиуретанмочевинные эластомеры применяются в производстве продукции для различных отраслей промышленности. Обычно верхний температурный предел их эксплуатации не превышает 80°C, что значительно ограничивает возможности использования. Возможности развития таких материалов в сторону повышения термостойкости ограничивает недостаток детальных исследований по фактической продолжительности срока их эксплуатации в условиях воздействия повышенных температур.

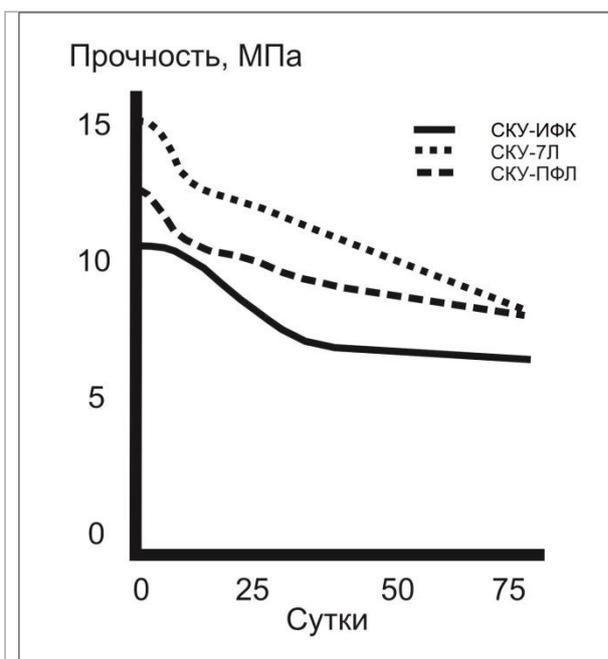


Рисунок.1 Изменение прочности полиуретанмочевин при 90°C в течение старения при той же температуре

В данной работе проведена сравнительная оценка изменения основных физико-механических характеристик оригинального материала SKU-ИФК на базе сложного олигоэфира типа Пб, изофорондиизоцианата и аминного отвердителя 4,4'-метиленис(2-хлоранилин) в течении 75 суток при 90°C в условиях воздействия атмосферного воздуха в сравнении с известными литьевыми полиуретанмочевинами SKU-ПФЛ и SKU-7Л. Особенностью работы являлось определение характеристик исследованных материалов как при комнатной температуре, так и в области повышенных температур.

На Рис.1 приведен пример одной из полученных зависимостей для прочности исследованных эластомеров. Полученные данные будут использованы для расчета величины срока хранения разрабатываемых материалов в диапазоне температур до 120°C.

ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ АБРАЗИВНОГО ИЗНОСА ПОЛИУРЕТАНОВ

Погорельцев Э.В., Сеничев В.Ю.

«Институт технической химии УрО РАН» – филиал ПФИЦ УрО РАН, Пермь

e.v.pogoreltsev@yandex.ru

Литьевые эластомеры на основе полиуретанов и полиуретанмочевин широко используются в технике благодаря высокому уровню прочностных и деформационных характеристик. Особенно сильно эти материалы выделяются своей износостойкостью, значительно превышающей обычные резины.

Как известно, при абразивном воздействии на эластомеры в зависимости от твердости эластомеров и условий испытания возможно проявление различных механизмов изнашивания, от усталостного износа до резания или, в крайних случаях, даже до хрупкого разрушения. Однако в любом случае, несмотря на проявление того или иного механизма износа, абразивный износ представляет собой механохимический процесс разрушения полимера, сопровождающийся соответствующим изменением структуры полимеры. Представляло интерес оценить физические аспекты влияния абразивного износа на структурные параметры исследуемых эластомеров с учетом выбранных условий испытаний.

Была исследована серия сегментированных полиуретанмочевинных образцов типа СКУ-ПФЛ с разным содержанием жестких сегментов. Полученные в работе данные позволяют представить механизм абразивного износа полиуретанов как сочетание явлений, происходящих на различных уровнях рассмотрения. На молекулярном уровне можно выделить реакции механохимического разрушения, когда в силу перенапряжения химических связей в зоне механохимического разрушения происходит их разрыв. Также можно говорить о процессах, происходящих на надмолекулярном уровне, когда при высоких напряжениях начинают разрушаться домены жестких блоков. Такое их разрушение может приводить к тому, что они могут переходить в мягкую фазу, что подтверждается методом ИК-спектроскопии, а также изменением параметров плотности пространственной сетки (химической и физической) исследованных образцов до и после абразивного износа.

Работа выполнена в рамках Государственного задания (номер государственной регистрации темы 124022200003-8) с использованием оборудования ЦКП «Исследования материалов и вещества» ПФИЦ УрО РАН.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНИМОСТИ ЦИАНЭФИРНЫХ СМОЛ ДЛЯ ОТВЕРЖДАЕМЫХ НАДУВНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В УСЛОВИЯХ ОТКРЫТОГО КОСМОСА

Поморцева Т.Н.¹, Свистков А.Л.², Лысенко С.Н.³, Ощепкова Т.Е.³

¹*Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь*

²*«Институт механики сплошных сред УрО РАН» – филиал ПФИЦ УрО РАН, Пермь*

³*«Институт технической химии УрО РАН» – филиал ПФИЦ УрО РАН, Пермь*

В работе исследуется возможность использования цианэфирных связующих ВСТ-1208 и ВСТ-1210 для изготовления надувных отверждаемых конструкций и использования их в условиях открытого космоса. Эксперименты с отверждением данных смол показали, что при высоких температурах отверждения (230 °С) связующее ВСТ-1210 имеет высокую потерю массы, что указывает на испарение какого-либо компонента. С помощью дифференциальной сканирующей калориметрии проанализирован процесс отверждения данных смол. Экспериментально установлено, что при высоких температурах (175°С для ВСТ-1208 и 240°С для ВСТ-1210) в смолах начинает проходить вторая химическая реакция.

В ходе исследования установлено, что данные смолы могут быть использованы в открытом космосе, но необходимо провести дополнительные эксперименты, которые помогут ответить на вопрос о возможности отверждения при более низких температурах (менее 175°С для ВСТ-1208 и менее 240°С для ВСТ-1210), что позволит избежать испарения компонентов.

КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ ИНВАРИАНТЫ КРИВЫХ НАПРЯЖЕНИЕ-ДЕФОРМАЦИЯ ОДНООСНОГО РАСТЯЖЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Попок В.Н.

МИРЭА-Российский технологический университет, Москва

vnpopok@mail.ru

В настоящей работе представлены результаты анализа экспериментальных зависимостей напряжение-деформация, определяемых при одноосном растяжении образцов полимерных композиций, на предмет приведения их к инвариантным корреляционным соотношениям. Исследования проводились в развитие результатов предыдущих публикаций, в которых построены надструктурные инвариантные корреляционные соотношения между предельными физико-механическими характеристика твердых химических топлив. Выбор объекта исследований обусловлен обширными экспериментальными данными, широко представленными в публикациях, по разным свойствам этих композиций, в том числе физико-механическим, в зависимости от состава, параметров структуры, условий испытаний. Наличие конечного набора типичных зависимостей напряжение-деформация для разных классов полимеров, эластомеров, наполненных композиций на их основе позволяет использовать рассматриваемый ниже алгоритм для разных классов материалов. Алгоритм основан на двухэтапной линеаризации в общем случае нелинейных и немонотонных непрерывных зависимостей напряжение-деформация. На первом этапе с использованием линеаризуемых аппроксимирующих функций проводится кусочно-линейная аппроксимация различных участков исходной зависимости с требованием получения высоких значений коэффициентов корреляции. На втором этапе определяются области линейности (однородности) и линейные уравнения регрессии между коэффициентами линейных уравнений регрессии, полученных на первом этапе линеаризации. Инвариантные зависимости получаются путем использования однозначных и обратимых элементарных преобразований поворота и трансляции прямых. На большом количестве данных для композиций разного состава, с варьированием структуры и условий испытаний показана эффективность рассматриваемого алгоритма. Эти результаты в совокупности с ранее представленными данными по инвариантным зависимостям между предельными характеристиками полимерных композиций существенно расширяют прогностические возможности анализа экспериментальных данных.

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОРБЦИИ ФЕНОЛЬНЫХ КИСЛОТ НА HYPERCARB™ ИЗ РАСТВОРОВ, СОДЕРЖАЩИХ ИОННЫЕ ЖИДКОСТИ, МЕТОДОМ ОФ ВЭЖХ

Разницына В.М., Шафигулин Р.В., Буланова А.В.

Самарский национальный исследовательский университет имени академика

С.П. Королева, Самара

v_raznitsyna@mail.ru

Методом обращенно-фазовой ВЭЖХ с ультрафиолетовым детектированием была изучена термодинамика сорбции некоторых фенольных кислот (галловой, бензойной, салициловой, *n*-нитробензойной, ванилиновой, коричной) из водно-ацетонитрильных растворов (25/75 об.%), содержащих имидазолиевые ионные жидкости (ИЖ), на пористом графитированном углероде HYPERCARB™. В качестве специфических добавок к элюенту использовали бромидные (1-бутил-2,3-диметилимидазолий, 1-*R*-3-метилимидазолий, *R*=бутил-, гексил-, децил-) и тетрафторборатные (1-*R*'-3-метилимидазолий, *R*'=гексил-, октил-, децил-) ИЖ в количестве 2,64 ммоль/л. Эксперимент выполняли в диапазоне температур 35÷50°C с шагом в 5°C.

Установлено, что добавление ИЖ в элюент приводит к снижению термодинамических параметров сорбции исследуемых фенольных кислот. Исключением является система, содержащая ИЖ [C₄dMIM][Br], в которой имеется дополнительная метильная группа. Наименьшие значения энтальпии и энтропии сорбции наблюдаются при введении в элюент ИЖ, содержащих C₆-заместитель в катионе имидазолия. В ряду этих ИЖ уменьшение термодинамических характеристик, содержащих бромид-ион более заметно, чем у ИЖ, содержащих тетрафторборатный ион ([C₆MIM][Br] < [C₆MIM][BF₄]). Для ИЖ, имеющих C₁₀-радикал, закономерность изменения термодинамических параметров обратная: [C₁₀MIM][Br] > [C₁₀MIM][BF₄].

По построенным энтальпийно-энтропийным компенсационным зависимостям можно выделить две группы веществ, обладающих схожим механизмом сорбции фенольных кислот на HYPERCARB™, одна из которых включает бензойную, салициловую и *n*-нитробензойную кислоты, имеющих сходное строение и склонных к образованию водородных связей. Аномальным поведением характеризуется галловая кислота, что, вероятно, связано с ее высокой полярностью.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-23-00397, <https://rscf.ru/project/23-23-00397/>

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗДЕЛЕНИЯ И УДЕРЖИВАНИЯ СТЕРЕОИЗОМЕРОВ ДИПЕПТИДОВ НА АДсорбЕНТАХ С ПРИВИТЫМИ АНТИБИОТИКАМИ

Решетова Е.Н.¹, Барашкова А.С.^{1,2}

¹ «Институт технической химии УрО РАН» – филиал ПФИЦ УрО РАН, Пермь

² Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь

lenire@yandex.ru

Понимание механизмов энантиоселективной адсорбции играет важную роль при поиске методов хроматографического выделения оптических изомеров хиральных соединений, необходимых для получения энантиомерно чистых лекарственных препаратов. Стереοизомеры дипептидов (ДП), входящих в состав лекарственных препаратов и пищевых добавок, могут обладать различной биологической активностью, поэтому их энантиоразделение имеет практическую значимость.

Настоящая работа посвящена выяснению механизмов адсорбции стереοизомеров ДП на хиральных неподвижных фазах (ХНФ) на основе макроциклических антибиотиков (МА). Исследованы ХНФ Chirobiotic-T и Nautilus-E с привитыми к полно-пористым частицам силикагеля размером 5 мкм МА тейкопланином (Т) и эремомиицином, ХНФ Chiral-T и Chiral-V с привитыми к поверхностно-пористым частицам силикагеля (2.7 мкм) МА - Т и ванкомицином. Исследования выполняли на жидкостном хроматографе Agilent 1260 Series с диодно-матричным детектором. Стереοизомеры ДП Leu-Leu, Leu-Phe, Phe-Leu, Phe-Gly, Gly-Phe, Leu-Gly, Gly-Leu, Ala-Ala использовали в виде водных или метанольных растворов с концентрацией 0.2-0.5 мг/мл. Элюенты - смеси вода-метанол с добавкой $2 \cdot 10^{-4}$ М CH_3COONa .

Проведено сравнение энантиоселективных свойств исследуемых хиральных адсорбентов. Изучено влияние состава растворителей в элюенте на удерживание (k) и энантиоразделение ДП. Установлено, что характер зависимости k ДП от концентрации метанола в элюенте (C_{MeOH}) коррелирует со свойством липофильности ДП. Зависимости $k(C_{\text{MeOH}})$ аппроксимированы и интерпретированы с помощью теоретической модели, учитывающей взаимодействие обоих растворителей бинарного элюента как с аналитом, так и с центрами адсорбции. Модель предсказывает лучшую сольватацию липофильных ДП метанолом, а липофобных ДП – водой. Показано, что в конкурентной адсорбции с молекулами ДП участвуют молекулы воды, а молекулы метанола не препятствуют адсорбции ДП на всех исследуемых ХНФ.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда, проект № 23-23-00085.

ПОЛУЧЕНИЕ ОГНЕТУШАЩИХ ПОРОШКОВ НА ОСНОВЕ СФЕРИЧЕСКИХ СУПРАЧАСТИЦ СО СТРУКТУРОЙ ЯДРО (МОНОАММОНИЙФОСФАТ) – ОБОЛОЧКА (ГИДРОКСИД МАГНИЯ)

Сабурова А.И., Шамсутдинов А.Ш.

«Институт технической химии УрО РАН» – филиал ПФИЦ УрО РАН, Пермь

bobova.alena@yandex.ru

Данное исследование направлено на создание новых порошковых материалов, эффективно подавляющих процессы горения и отличающихся стойкостью к воздействию факторов внешней среды, таких как повышенная влажность и перепады температуры. В процессе синтеза методом распылительной сушки получают супрачастицы по типу «ядро-оболочка», где в качестве ядра используется моноаммонийфосфат, ингибирующий реакции горения за счет образования непроницаемой пленки полифосфата, а также оболочки, представляющей собой модифицированные наноразмерные частицы гидроксида магния. Последние не только активно охлаждают зону горения выделяющимися в процессе разложения парами воды, но и защищают гидрофильный материал ядра от адсорбции влаги воздуха и слеживания в процессе хранения.

В рамках работы было исследовано влияние различных поверхностно-активные вещества (Pluronic P123, Pluronic F-127, TWEEN 80, СТАВ и SDS) и воздействие ультразвука на размер получаемых частиц гидроксида магния методом гидротермального синтеза. В результате было установлено, что использование SDS в сочетании с воздействием ультразвука частотой 20 кГц в течение 5 мин. позволяет получить частицы размером 120 нм. В результате распылительной сушки суспензии гидроксида магния в растворе моноаммонийфосфата получены супрачастицы сферической формы (рис. 1а), распределение элементов по поверхности оболочки которых показывает преимущественное присутствие Mg.

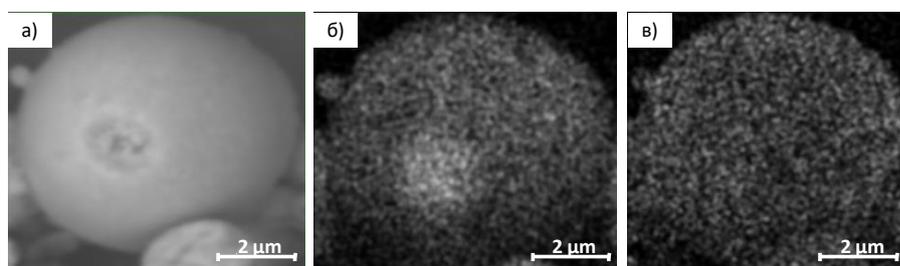


Рисунок 1 – Супрачастица огнетушащего порошка (а) с распределением Mg (б) и P (в) по поверхности оболочки

ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СВОЙСТВА ОКСИДА ЦИРКОНИЯ

Савастьянова М.А., Кондрашова Н.Б., Ухин К.О., Вальцифер В.А.

«Институт технической химии УрО РАН» – филиал ПФИЦ УрО РАН, Пермь
mariysav75@gmail.com

Диоксид циркония, обладающий улучшенной стойкостью к высокотемпературному разрушению и спеканию, широко используется в качестве носителя катализаторов различных процессов. Известно, что каталитическая активность порошковых материалов во многом определяется их текстурно-структурными характеристиками (удельной поверхностью и размерами частиц).

В рамках данной работы были проведены исследования, направленные на получение диоксида циркония с различными текстурно-структурными характеристиками с использованием ультразвуковой и гидротермальной обработки. Объектами исследования были образцы ZrO_2 , полученные методом осаждения оксихлорида циркония восьмиводного (обр. 1Х) и цирконила нитрата двухводного (обр. 1Н) растворами аммиака в стехиометрических пропорциях; эти же образцы после ультразвукового воздействия на их суспензию с последующей гидротермальной выдержкой при $T=200^\circ C$ (обр. 2Х и 2Н соответственно); а также образцы диоксида циркония, где ультразвуковая обработка применялась в процессе его синтеза при смешении компонентов, с последующей гидротермальной выдержкой реакционной смеси (обр. 3Х и 3Н).

Таблица – Свойства образцов ZrO_2

Обр.	Обнар. фаза	Соотн. фаз, %	Р-р кристаллитов, нм	Уд. пов., m^2/g	Р-р (DLC) частиц, нм
1Х	-	-	-	236	236
1Н	-	-	-	214	214
2Х	t- ZrO_2 /m- ZrO_2	45/55	13,92	75	551
2Н	t- ZrO_2 /m- ZrO_2	47/53	13,10	80	560
3Х	m- ZrO_2	100	34,94	15	141
3Н	m- ZrO_2	100	35,12	13	146

Определено, что применение ультразвука и гидротермальной выдержки в процессе синтеза ZrO_2 способствует его кристаллизации при меньшей температуре. При этом, показано, что с применением ультразвука существует возможность получения кристаллического диоксида циркония с высокой удельной поверхностью (до $80 m^2/g$) и малым размером кристаллитов (13-14 нм) без дополнительного температурного воздействия.

Работа выполнена в рамках государственного задания по теме № 122012100111-4.

ВЛИЯНИЕ БИНАРНОГО ПЛАСТИФИКАТОРА НА ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ПОЛИУРЕТАНМОЧЕВИННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Савчук А.В., Сеничев В.Ю., Макарова М.А., Погорельцев Э.В.

*«Институт технической химии УрО РАН» – филиал ПФИЦ УрО РАН, Пермь
ataraksa@mail.ru*

Полиуретанмочевины (ПУМ) представляют собой материалы блочного строения. Широкий ряд исходных компонентов, используемых при их синтезе, позволяет комбинировать итоговые свойства в широком интервале значений, а возможность модификации состава в еще большей степени расширяет конечные свойства материалов. Модификация ПУМ пластификаторами позволяет не только повысить жизнеспособность составов и улучшить их морозостойкости, но и оказать существенное влияние на прочностные и деформационные характеристики. Однако, ввод большого количества пластификатора (до 30 масс. %) может приводить к полному разрушению доменной структуры, и, следовательно, приводить к значительному снижению прочности [1], поэтому выбор пластификаторов, а также принятие решение о его количестве в системе, является одним из важнейших моментов при разработке полиуретановых композиций.

В качестве ПУМ были выбраны следующие исходные компоненты: простой олигоэфир олиготетраметиленоксиддиол с молекулярной массой 1000 г/моль, циклоалифатический диизоцианат 3-изоцианатометил-3,5,5 - триметилциклогексил изоцианат, в качестве отвердителя был выбран 3,3-дихлор-4,4-диаминодифенилметан. Для пластификации полиуретанового материала использовали трибутилфосфат (ТБФ) и ди(2-этилгексил) себацинат (ДЭГС), как в индивидуальном виде, так и в бинарной смеси, массовое содержание изменяли от 0,25 до 1,5 масс. %.

Анализ ИК-спектров исследованных материалов позволил установить влияние ТБФ на формирование доменной структуры при использовании как в качестве единственного, так и в качестве компонента в бинарном пластификаторе. Установлены, что зависимость условной прочности ПУМ от содержания пластификатора имеет экстремальный характер. Наибольший позитивный эффект пластификации на условную прочность был установлен при использовании 0,75 масс. % бинарного пластификатора.

1. Макарова М. А. и др. //Физико-химия полимеров: синтез, свойства и применение. 2010. №. 16. С. 29-33.

Работа выполнена в рамках Государственного задания (номер государственной регистрации темы 124022200003-8).

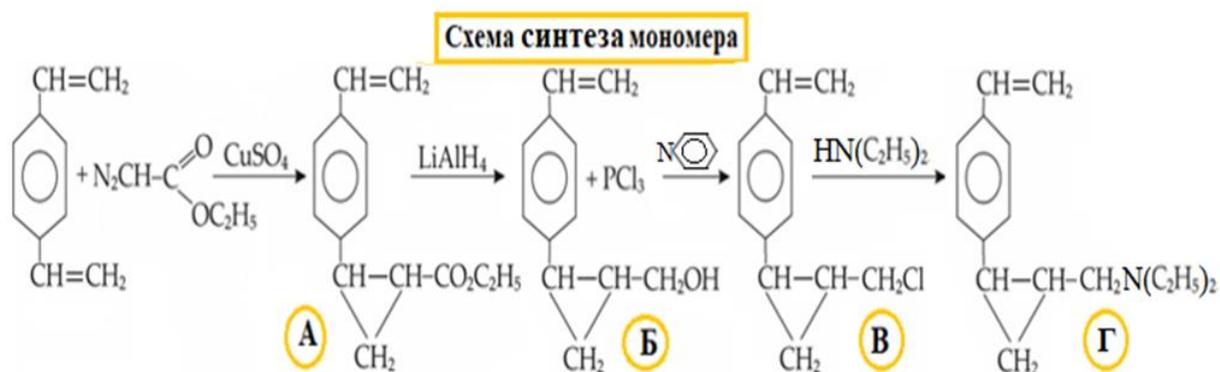
СИНТЕЗ 2-ДИЭТИЛАМИНМЕТИЛ-1-(п-ВИНИЛФЕНИЛ) ЦИКЛОПРОПАНА КАК МОНОМЕРА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГОМО - И СОПОЛИМЕРОВ

Садыгова А.И., Багирзаде Г.А.

Азербайджанский медицинский университет, Баку

alvina.sadigova@mail.ru

Среди огромного количества полимеров макромолекулы, содержащие реакционноспособные функциональные группы, занимают отдельное место. Для создания функциональных полимеров наиболее перспективным является синтез новых функциональнозамещенных виниловых мономеров и их полимеризация общепринятыми способами, а также сополимеризация с другими виниловыми мономерами. Особый интерес в качестве новых мономеров представляют функциональнозамещенные п-циклопропилстиролы, региоселективная полимеризация которых приводит к получению функциональнозамещенных полистиролов. Целью данной работы является синтез 2-диэтиламинметил-1-(п-винилфенил) циклопропана и подтверждение его структуры физико-химическими методами, который в дальнейшем используется для получения гомо- и сополимеров. Синтез этого мономера состоит из 4 стадий (см. схему), точнее проходит через стадии получения промежуточных соединений **А** (пара-(2-этоксикарбонил) циклопропилстирола), **Б** (пара-(2-гидроксиметил) циклопропилстирола) и **В** (2-хлорметил-1-(п-винилфенил)циклопропана). Для определения строения полученного целевого мономера применяли как газожидкостную хроматографию (ГЖХ), так и методы спектрального анализа, а именно ИК - и ЯМР-спектры [1].



1. Багирзаде Г.А., Садыгова А. И. Получение и подтверждение структуры физико-химическими методами мономера – 2- диэтиламинметил-1-(п-винилфенил) циклопропана // Proceedings of VI International scientific and practical conference “Global science: prospects and innovations” (February 1-3, 2024, Liverpool, United Kingdom). 2024. С. 65-74.

СИНТЕЗ 2-ХЛОРФЕНОКСИКАРБОНИЛ-1-(п-ВИНИЛФЕНИЛ) ЦИКЛОПРОПАНА КАК МОНОМЕРА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГОМО - И СОПОЛИМЕРОВ

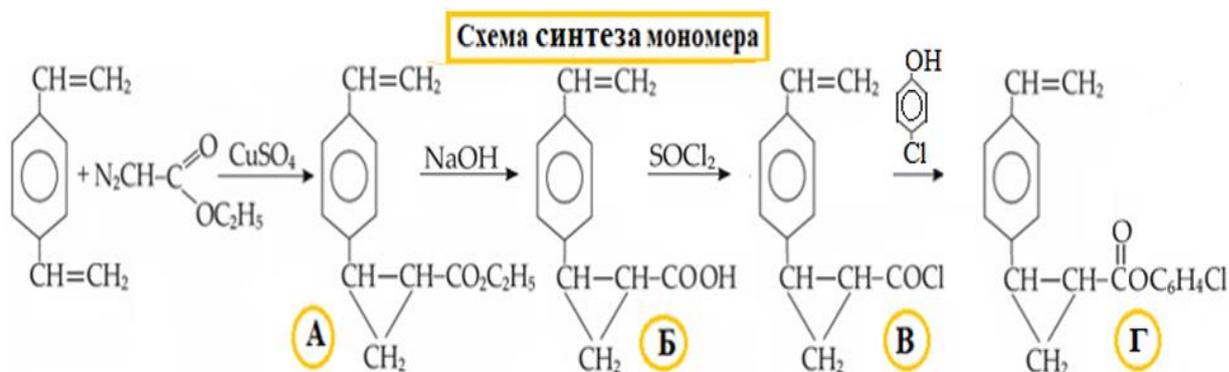
Садыгова А.И., Багирзаде Г.А.

Азербайджанский медицинский университет, Баку

alvina.sadigova@mail.ru

Проявляемый интерес к функциональнозамещенным виниловым мономеров обусловлен тем, что на их основе полученные полимеры могут быть успешно применены в радиоэлектронике, голографии, медицине, микроэлектронике и др. областях техники. Этим связано то, что разработка эффективных методов синтеза полимеров с функционально-активными группами является одной из актуальных проблем полимерной химии.

Целью данной работы являлось разработка метода синтеза 2-хлорфеноксикарбонил-1-(п-винилфенил) циклопропана и подтверждение его структуры физико-химическими методами, который в дальнейшем используется для получения гомо – и сополимеров. Синтез этого мономера состоит из 4 стадий, точнее проходит через стадии получения промежуточных соединений А, Б и В (см. схему).



Как видно из схемы и результатов опытов, образовавшееся на начальной стадии сложной эфирной природой вещество А превращается в соответствующую кислоту (вещество Б на схеме) с выходом 95% при реакции омыления с NaOH . Полученная кислота реагирует с тионилхлоридом (SOCl_2) с образованием хлорангидрида (вещество В на схеме), который, в свою очередь, с п-хлорфенолом дает целевой мономер–2 хлорфеноксикарбонил-1-(п-винилфенил) циклопропан (вещество Г на схеме).

1. Багирзаде Г.А., Садыгова А.И. Получение и подтверждение структуры физико-химическими методами мономера – 2-хлорфеноксикарбонил-1-(п-винилфенил) циклопропана // Proceedings of V International scientific and practical conference “Topical aspects of modern scientific research” (January 25-27, 2024, Tokyo, Japan). 2024. С. 160-169.

СИНТЕЗ 2-ФЕНОКСИКАРБОНИЛ-1-(п-ВИНИЛФЕНИЛ) ЦИКЛОПРОПАНА КАК МОНОМЕРА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГОМО - И СОПОЛИМЕРОВ

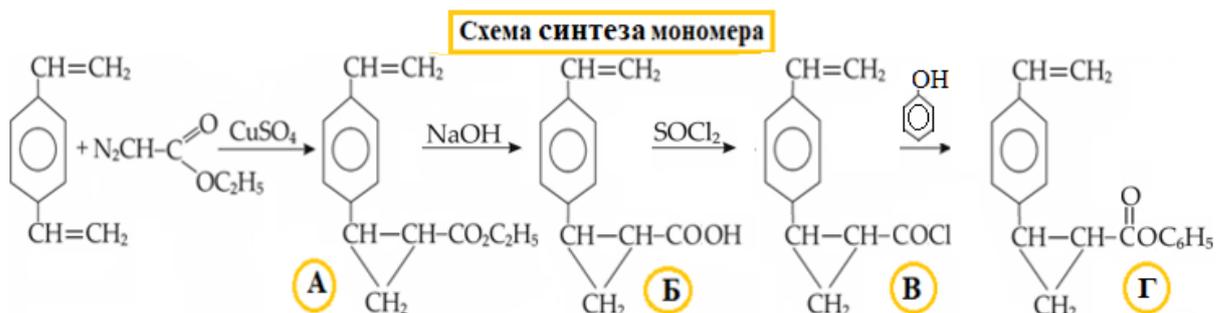
Садыгова А.И., Багирзаде Г.А., Теюбова А.Ю.

Азербайджанский медицинский университет, Баку

alvina.sadigova@mail.ru

Разработка методов синтеза функциональнозамещенных циклопропансодержащих стирольных мономеров с определенной структурой, выявления связи между их строением и реакционной способностью в радикальных реакциях присоединения и полимеризации получения функциональных полимеров, содержащих в макромолекулах циклопропановые группы в качестве боковых привесок. Неотъемлемой частью работы также являлось выявления механизма изучаемых процессов и нахождение возможных областей применения полученных продуктов. Поэтому разработка эффективных методов синтеза полимеров с функционально-активными группами является одной из актуальных проблем полимерной химии.

Целью данной работы является синтез 2-феноксикарбонил-1-(п-винилфенил) циклопропана и подтверждение его структуры физико-химическими методами [1], который в дальнейшем используется для получения гомо- и сополимеров. Синтез этого мономера состоит из 4 стадий, точнее проходит через стадии получения промежуточных соединений А, Б и В (см. схему).



Как видно из схемы и результатов опытов, проведенных в мягких условиях, образование циклопропанового кольца, несмотря на его напряжение, происходит за счет разрыва высокополяризуемой двойной связи одного винильного остатка п-дивинилбензола, присутствующего в составе как промежуточных продуктов, так и целевого мономера.

1. Садыгова А.И., Багирзаде Г.А. Получение и подтверждение структуры физико-химическими методами мономера 2-феноксикарбонил-1-(п-винилфенил) циклопропана // Proceedings of V International scientific and practical conference “Modern research in science and education” (January 11-13, 2024 Chicago, USA). 2024. С. 186-195.

СИНТЕЗ 2-ХЛОРМЕТИЛ-1-(П-ВИНИЛФЕНИЛ) ЦИКЛОПРОПАНА КАК МОНОМЕРА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГОМО - И СОПОЛИМЕРОВ

Садыгова А.И., Багирзаде Г.А., Теюбова А.Ю.

Азербайджанский медицинский университет, Баку

alvina.sadigova@mail.ru

На современном этапе развития химии высокомолекулярных соединений и полимерных материалов особое внимание уделяется созданию материалов, способных проявлять одновременно несколько специфических свойств, таких как повышенная адгезия, морозостойкость, способность к образованию трехмерной сетчатой структуры в результате воздействия на них УФ - лучами или электронным пучком. Целью данной работы являлось разработка метода синтеза 2-хлорметил-1-(п-винилфенил) циклопропана, который в дальнейшем используется для получения гомо- и сополимеров, содержащей в макромолекулах циклопропановые группы в качестве боковых привесок. Среди огромного количества полимеров макромолекулы, содержащие реакционноспособные функциональные группы, занимают отдельное место. Для создания функциональных полимеров наиболее перспективным является синтез новых функциональнозамещенных виниловых мономеров и их полимеризация общепринятыми способами, а также сополимеризация с другими виниловыми мономерами. Особый интерес в качестве новых мономеров представляют функциональнозамещенные п-циклопропилстиролы, региоселективная полимеризация которых приводит к получению функциональнозамещенных полистиролов. Синтез этого мономера (В) состоит из 3 стадий, точнее проходит через стадии получения промежуточных соединений – пара-(2-этоксикарбонил) циклопропилстирола (А) и пара-(2-гидроксиметил) циклопропилстирола (Б, см. схему).



1. Багирзаде Г.А., Садыгова А.И., Гулиев К.Г., Кулиев Ф.А., Гулиева О.М. Мономеры, содержащие циклопропановое кольцо с τ - связями I. Реакции синтеза 2-хлорметил-1-(п-винилфенил) циклопропана // Proceedings of X the International Scientific and Practical Conference “Science and technology: problems, prospects and innovations” (July 6-8, 2023, Osaka, Japan). 2023. С. 48-57.

ТЕМПЛАТНЫЙ СИНТЕЗ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ЗАДАНЫМИ СВОЙСТВАМИ НА ПРИМЕРЕ SiO_2 И MnO_2

Саенко Е.В., Кондрашова Н.Б., Вальцифер И.В., Вальцифер В.А.

*«Институт технической химии УрО РАН» – филиал ПФИЦ УрО РАН, Пермь
saenko_ekaterina@mail.ru*

Темплатный синтез является одним из важнейших методов контролируемого синтеза наноструктурированных материалов, позволяющий получать широкий спектр функциональных материалов с заранее заданными свойствами, которые чрезвычайно трудно получить методами прямого синтеза. Темплат является центром, вокруг которого организуются основные структурные единицы матрицы и формируется каркас. Темплат направляет формирование структуры по такому пути, чтобы сформировать свойственную только им структуру. Они являются структурообразующими компонентами и могут вести себя либо как чисто физический направляющий агент – «физический шаблон», либо как физический директор, который также участвует в химическом превращении во время синтеза – «химический шаблон».

На примере оксида кремния и оксида марганца разработаны методы темплатного синтеза, включая новые концепции синтеза материалов с воспроизводимыми заранее заданными свойствами, определена взаимосвязь состав-структура-свойства, исследованы возможности регулирования характеристик оксидных систем с целью направленного изменения их свойств для решения специальных, технологических и экологических проблем. Достигнуто улучшение характеристик синтезированных материалов применительно к конкретным объектам. Определены физико-химические основы методов модифицирования состава и структуры неорганических соединений, что открывает новые пути решения проблемы целенаправленного синтеза мезопористого SiO_2 для создания новых эффективных катализаторов, модифицирующих добавок, сенсорных систем, различных матриц в том числе для медицинских препаратов и синтеза селективных неорганических сорбентов на основе MnO_2 с повышенной устойчивостью и улучшенными сорбционно-кинетическими характеристиками в отношении ионов лития и стронция из растворов сложного состава.

**ПОЛУЧЕНИЕ ОГНЕТУШАЩИХ ПОРОШКОВ НА ОСНОВЕ
СФЕРИЧЕСКИХ СУПРАЧАСТИЦ СО СТРУКТУРОЙ ЯДРО
(МОНОАММОНИЙФОСФАТ) – ОБОЛОЧКА (ДИОКСИД КРЕМНИЯ)**

Санникова А.Д., Шамсутдинов А.Ш.

«Институт технической химии УрО РАН» – филиал ПФИЦ УрО РАН, Пермь

sasha.sannikova2014@yandex.ru

С целью решения проблемы несовершенства огнетушащих порошковых составов (ОПС) как в области эффективного подавления процессов горения, так и их стойкости к факторам внешней среды предложено получение методом распылительной сушки супрачастиц со структурой «ядро-оболочка». В качестве ядра выступает моноаммонийфосфат, отвечающий за ингибирование реакций горения, в качестве оболочки – модифицированные наночастицы диоксида кремния, способствующие как повышению устойчивости ОПС к действию влаги воздуха и слеживанию при хранении, так и увеличению скорости и площади их распыления из систем пожаротушения.

В рамках синтеза наноразмерных частицы диоксида кремния, формирующих оболочку супрачастиц, рассмотрен модифицированный метод Штобера без использования органического растворителя – этилового спирта. Контроль текстурных свойств получаемых частиц осуществлялся за счет изменения мольной доли гидроксида аммония по отношению к количеству тетраэтоксисилана, участвующих в реакции: $[NH_3]/[TEOS]=1-5$. В результате были получены монодисперсные частицы сферической формы с размерами в интервале от 208 до 435 нм. В результате распылительной сушки суспензии диоксида кремния в растворе моноаммонийфосфата формируются супрачастицы (рис. 1а), в оболочке которых равномерно распределены частицы диоксида кремния (рис. 1б), защищающие гидрофильное ядро моноаммонийфосфата (рис. 1в).

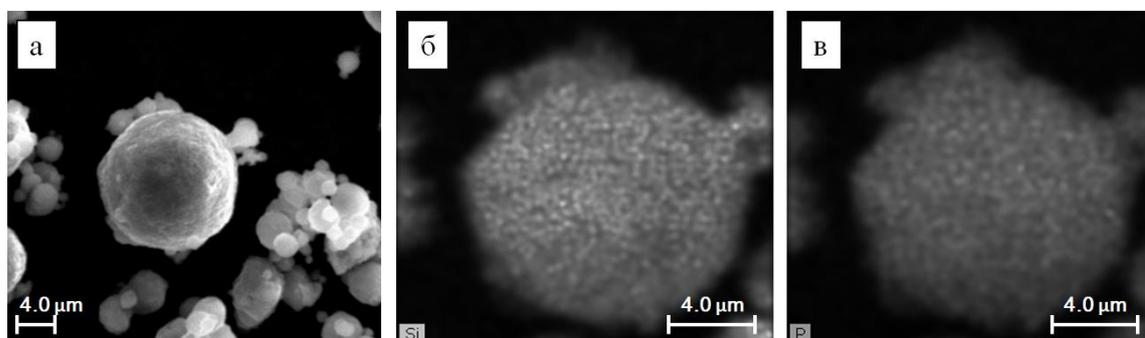


Рисунок 1 – Супрачастица огнетушащего порошка (а) с распределением Si (б) и P по поверхности оболочки (в)

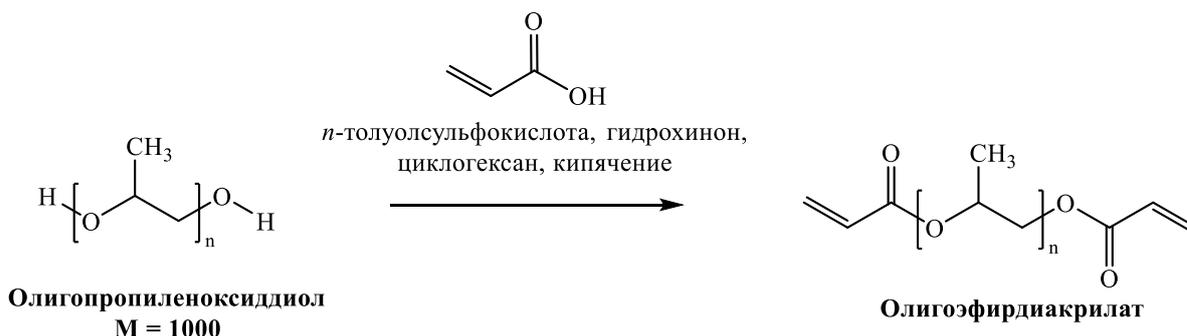
СИНТЕЗ ОЛИГОЭФИРДИАКРИЛАТА НА ОСНОВЕ ОЛИГОПРОПИЛЕНОКСИДДИОЛА

Слободинюк А.И., Смоляк А.А., Перевощикова А.Н., Слободинюк Д.Г.

«Институт технической химии УрО РАН» – филиал ПФИЦ УрО РАН, Пермь
slobodinyuk.aleksey.ktn@mail.ru

Фотоотверждаемые полимеры находят применение в самых различных областях, в качестве покрытий, мембран, стоматологических пломб, зубных протезов и так далее [1,2]. Они изготавливаются на основе акрилатных мономеров и олигомеров, например олигоэфиракрилатов. Как правило, они синтезируются на основе короткоцепного олигодиола разной функциональности и акриловой кислоты либо ее эфира. После отверждения таких продуктов образуются жесткие полимеры.

Для получения высокоэластичных материалов на основе олигоэфиракрилатов целесообразно в качестве олигодиола использовать продукт с высокой молекулярной массой. С этой целью был синтезирован олигоэфирдиакрилат на основе двухфункционального олигопропиленоксиддиола с молекулярной массой 1000 по схеме ниже.



Реакцию проводили в среде циклогексана при кипячении в присутствии *n*-толуолсульфокислоты как катализатора реакции, а также гидрохинона с целью предотвращения сополимеризации акриловой кислоты и олигопропиленоксиддиола. В результате был получен олигоэфирдиакрилат с высоким выходом 96%.

Работа выполнена в соответствии с государственным заданием (государственная регистрация № 124022200026-7).

1. F. Su, H. Wang, X. Ma, T. He, Y. Lin. Review of the Influence of Acrylate Lotion on the Properties of Cement-Based Materials. Materials. – 2023. – Vol. 16. – P. 6597.

2. A. Hao, Z. Fu, J. Huang. Acrylate-functionalized hyper-cross-linked polymers: Effect of the porogens in the polymerization on their porosity and adsorption from aqueous solution //Separation and Purification Technology. – 2023. – Vol. 311. – P. 123380.

ВЛИЯНИЕ НИКЕЛЯ НА КАТАЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕЗОПОРИСТОГО СИЛИКАГЕЛЯ, ДОПИРОВАННОГО ТЕРБИЕМ, МОДИФИЦИРОВАННОГО СЕРЕБРОМ

Требунских К. А.¹, Токранов А. А.¹, Токранова Е. О.¹, Шафигулин Р. В.¹, Буланова А. В.¹

¹ Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королева, Самара, Российская Федерация
ms.nevelina@mail.ru

Силикагели широко используют в качестве носителей для катализаторов, поскольку они обладают высокой пористостью и развитой поверхностью. Одним из способов синтеза силикагелей с узким распределением пор является темплатный синтез, основанный на использовании различных ПАВ в качестве темплата (шаблона).

Целью работы являлся синтез катализатора, на основе мезопористого силикагеля, допированного тербием, модифицированного никелем и серебром (Ni-Ag/Tb-МС), и изучение его каталитических свойств в реакции гидрирования ароматических углеводородов.

Образец Ni-Ag/Tb-МС синтезирован темплатным методом (Ag-6%масс., Ni – 1%масс., Tb-1,3%масс.); наличие металлов в образце подтверждено соответствующими рефлексам на дифрактограмме (рис.1).

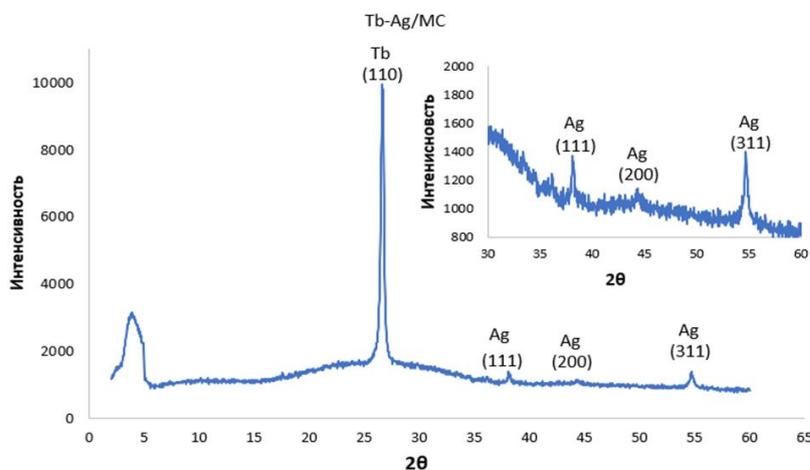


Рис. 1. Дифрактограмма Ni-Ag/Tb-МС.

Исследование кинетики гидрирования проводили в интервале температур 130 - 150°C и давлении водорода 3 атм. Реакцию гидрирования проводили отдельно для бензола и каждого ксилола. Установлено, что одновременное модифицирование никелем и серебром ведет к усилению каталитической активности катализатора в реакции гидрирования по отношению к производным бензола по сравнению с мезопористым силикагелем, допированным тербием и модифицированным серебром.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ АБС ПЛАСТИКА, НАПОЛНЕННОГО УГЛЕРОДНЫМ ВОЛОКНОМ, МОДИФИЦИРОВАННЫМ ЧАСТИЦАМИ ГЕКСАФЕРРИТА БАРИЯ

Трухинов Д.К.¹, Лебедева Е.А.¹, Иванова Е.В.¹, Малкин А.И.², Чечеткин В.А.²,
Коротков А.Н.², Астафьева С.А.¹

1. *«Институт технической химии УрО РАН» – филиал ПФИЦ УрО РАН, Пермь*
2. *ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента Б.Н. Ельцина»
dtruhinov@gmail.com*

В настоящее время полимерные композиты (ПКМ), наполненные углеродным волокном широко используются во многих сферах производства. В целях улучшения межфазного взаимодействия между полимерной матрицей и углеродным волокном, а также для придания новых функциональных характеристик композиту, поверхность волокон подвергается различным типам обработок. Одним из способов обработки поверхности является ее модификация частицами разной природы. Особый интерес представляет осаждение на поверхности частиц ферритов с целью улучшения не только физико-механических, но также и электродинамических характеристик получаемых материалов.

В ходе настоящего исследования был получен гибридный наполнитель углеродное волокно/гексаферрит бария и исследованы свойства ПКМ на основе акрилонитрилбутадиенстирола (АБС). Результаты физико-механических испытаний показали, что введение гибридного наполнителя в количестве 3 масс. % привело к незначительному увеличению прочности (на ~ 6%), а использование немодифицированного углеродного волокна привело к снижению на 15%. Данный результат можно объяснить более развитой поверхностью гибридного наполнителя. Исследование электродинамических свойств в диапазоне 8-12 ГГц образца ПКМ, наполненного гибридным волокном, показало увеличение диэлектрической проницаемости по сравнению с материалом с не модифицированным волокном. Значения магнитной проницаемости при этом практически не изменились.

Работа выполнена в рамках государственного задания; номер государственной регистрации темы 124022100088-6. Работа выполнена с использованием оборудования ЦКП «Исследования материалов и вещества» ПФИЦ УрО РАН.

ФАЗОВЫЕ РАВНОВЕСИЯ И ЭКСТРАКЦИЯ ИОНОВ МЕТАЛЛОВ В СИСТЕМАХ ВОДА – ТАРТРАТ ИЛИ ЦИТРАТ НАТРИЯ – НЕОНОЛ АФ 9-10

Усманова Д.О.^{1,2}

¹*«Институт технической химии УрО РАН» – филиал ПФИЦ УрО РАН, Пермь*

²*Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь*

dasha_03_12@vk.com

Традиционным способом получения расслаивающихся систем на основе ПАВ является использование высаливателей, в том числе солей многоосновных органических оксикислот, которые помимо высокой высаливающей способности являются хорошими комплексообразователями, что потенциально может оказывать влияние на процесс экстракции. В этой связи представляло интерес установить возможность применения цитрата и оксалата натрия для получения экстракционных систем на основе неионного оксиэтилированного ПАВ – неонла АФ 9-10 ($C_9H_{19}C_6H_4O(C_2H_4O)_{10}H$).

Методами изотермического титрования и сечений исследованы фазовые равновесия в системах вода – цитрат или тартрат натрия – вода при 25°C и определены оптимальные концентрационные параметры проведения экстракции (неонл АФ 9-10 – 5,0 мас.%, тартрат или цитрат натрия – 15,0 мас.%, вода – 80,0 мас.%). Установлено, что расслаивание в системах сохраняется при введении более 2,0 моль/л гидроксида натрия, менее 0,75 моль/л хлороводородной или серной кислот (в случае использования цитрата натрия).

В найденных условиях исследовано распределение ряда ионов металлов в зависимости от содержания гидроксида натрия и серной кислоты. В системе с цитратом натрия введение серной кислоты практически не оказывает влияние на извлечение железа (III), цинка, кадмия и меди (II), их степень извлечения не превышает 15 %, однако рост содержания кислоты увеличивает извлечение свинца с 12 до 55%. В присутствии гидроксида натрия степень извлечения меди, цинка и свинца не превышает 20%, степень извлечения кадмия увеличивается с ростом содержания щелочи, максимальная степень его извлечения равна 70 %. Извлечение ионов металлов в системе с тартратом натрия несколько ниже, чем при использовании цитрата натрия. Вероятнее всего, наблюдаемые изменения в степени извлечения обусловлены установлением сложных равновесий между различными формами существования ионов металлов при одновременном присутствии цитрат- или тартрат- и гидроксид-ионов, а также ионов гидроксония.

ВЛИЯНИЕ МЕТОДА ПОЛУЧЕНИЯ НА КАТАЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОКСИДА ЦИНКА, ВЫСАЖЕННОГО НА ПОВЕРХНОСТЬ УГЛЕРОДНОГО НОСИТЕЛЯ

Козлов Л.С.¹, Ухин К.О.², Савастьянова М.А.²,

Вальцифер В.А.², Стрельников В.Н.²

¹ ФКП «Пермский пороховой завод», г. Пермь, Россия

² «Институт технической химии УрО РАН» – филиал ПФИЦ УрО РАН, Пермь

Оксид цинка является одним из ключевых компонентов резиновой и шинной промышленности [1]. Ввиду экологических ограничений, актуальной задачей является снижение содержания оксида цинка в составе резиновой смеси одновременно с сохранением его функции и эффективности действия как активатора процесса вулканизации. Одним из возможных способов решения данной проблемы является использование нанодисперсных частиц оксида цинка, высаженных на поверхность дисперсного носителя. Подходящим для данных целей дисперсным носителем является углеродная сажа (технический углерод).

В настоящей работе приводятся данные по исследованию влияния метода получения на каталитические свойства оксида цинка, высаженного на поверхность углеродного носителя в реакции отверждения модельной системы на основе дивинилизопренового каучука. Представлены данные о влиянии фазового состава и текстурных параметров углеродного носителя на свойства синтезируемых образцов.

Список литературы

1. Mostoni S. Zinc-Based Curing Activators: New Trends for Reducing Zinc Content in Rubber Vulcanization Process / S. Mostoni, P. Milana, B. Di Credico, M. D'Arienzo, R. Scotti // Catalysts. – 2019. – V. 9. – № 8. – P. 664-686.

ПРИМЕНЕНИЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО СОЛЬВОЛИЗА КАК МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ СВЯЗУЮЩЕГО В УГЛЕПЛАСТИКАХ

Ханова В.Р.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь

Khanova-kt2@pstu.ru

Одним из ключевых параметров, определяющих качество и характеристики конструкций из полимерных композиционных материалов (ПКМ), является содержание связующего в составе материала. В связи с чем, задача выбора достоверного и быстрого метода определения содержания связующего является актуальной, особенно при серийном изготовлении ответственных деталей из ПКМ.

Целью работы является исследование возможности применения метода низкотемпературного сольволиза как способ определения содержания связующего в углепластиках в сравнении с апробированным методом, представленным в ГОСТ Р 56682 [2] методом 1 способ В.

В работе рассматриваются образцы углепластика на основе тканого наполнителя и на основе однонаправленного наполнителя со схемой армирования $[0]_{13}$, а также комбинированного углепластика со схемой армирования $[+45/0/-45/90]_{3s}$ с соотношением однонаправленных и тканых слоев 50/50, на основе эпоксидного связующего ВСЭ-1212. Масса образцов в соответствии с ГОСТ Р 56682 составляет $(0,9 \pm 0,1)$ г. За основу использовался раствор для сольволиза, представленный в работе Е.А. Лебедевой и др. [3]. В ходе проведения исследований отмечено, что при массе $(0,9 \pm 0,1)$ г, образцы на основе тканого наполнителя и образцы с комбинированной схемой армирования не растворяются в полном объеме, в отличие от образцов на основе однонаправленного наполнителя.

Для оценки влияния геометрических характеристик образца на растворение, длина изменена в несколько раз, и проведены эксперименты с первоначальной концентрацией раствора. По результатам исследований образцы растворяются в полном объеме. Стоит отметить, что при схеме разрезки образцов, выполненной вдоль волокон, наблюдается не полное растворение образцов, в отличие от схемы разрезки, выполненной поперек направлению основы образцов. При этом наблюдается корреляция полученных результатов испытаний (по содержанию связующего в образце) по ГОСТ Р 56682 и методу, описанному в данной работе. Разница значений содержания связующего в углепластике сравнении с ГОСТ Р 56682 метод 1 способ В составляет не более 3,3 %.

Список литературы

1. Колобков А.С. Полимерные композиционные материалы для различных конструкций авиационной техники (обзор) // Труды ВИАМ. 2020. № 6-7 (89);
2. ГОСТ Р 56682 – 2015. Библиографическая ссылка. Композиты полимерные и металлические. Методы определения объема матрицы, армирующего наполнителя и пустот. – Введен 2017-01-01. Москва : Изд-во Стандартиформ, 2016. – 36 с;
3. Е. А. Лебедева, С. А. Астафьева, Т. С. Истомина, Д. К. Трухинов, Г. В. Ильиных, Н. Н. Слюсарь Применение низкотемпературного сольволиза для переработки армированных углепластиков // Журнал прикладной химии. 2020. Т. 93. Вып. 6 (834).

ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА СУБСТРАТНЫХ РАСТВОРОВ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ НАНОЧАСТИЦ-МИМЕТИКОВ ПЕРОКСИДАЗЫ ХРЕНА

Храмцов П.В.

*Лаборатория клеточной иммунологии и нанобиотехнологии, ИЭГМ УрО РАН, Пермь
khramtsovpavel@yandex.ru*

Нанозимы являются многообещающей альтернативой природным пероксидазам в колориметрических иммуноанализах, однако обладают более низкой каталитической активностью [1]. Несмотря на то, что существуют различные стратегии усиления интенсивности сигнала в анализах на основе нанозимов, оптимизация субстратных растворов остается практически неизученной. Подавляющее большинство исследователей полагаются на стандартные буферы на основе ацетата натрия или коммерчески доступные субстраты, оптимизированные для пероксидазы хрена, игнорируя уникальные каталитические свойства различных нанозимов.

В данной работе представлена систематическая оптимизация составов субстратов на основе 3,3',5,5'-тетраметилбензидина (ТМБ) для четырех распространенных нанозимов: оксида железа, LaNiO_3 , CeO_2 , легированного Mn, и наночастиц платины. Наши результаты показывают, что, хотя натрий-ацетатный буфер подходит для LaNiO_3 , альтернативные буферы значительно увеличивают интенсивность сигнала (41-68%) для других нанозимов. Оптимизация ионной силы, типа и концентрации органического растворителя, а также концентраций ТМБ/ H_2O_2 привела к улучшению интенсивности сигнала, аналитической чувствительности и времени анализа. Нами выявлены распространенные ошибки, возникающие при оптимизации субстрата, и предложены пути их решения. Состав субстрата должен быть стандартным этапом оптимизации при разработке анализов на основе нанозимов, а использования коммерчески доступных субстратов с нераскрытым составом следует избегать.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда 23-75-01093.

Список литературы

1. Komkova, M.A., Karyakina, E.E., Karyakin, A.A. Catalytically Synthesized Prussian Blue Nanoparticles Defeating Natural Enzyme Peroxidase // Journal of the American Chemical Society. 2018. № 140. P. 11302-11307.

ПОЛИМЕРОРАСТВОРИМЫЕ КРАСИТЕЛИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ ОКРАСКИ В МАССЕ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Хромов А.В.

Российский университет дружбы народов им. П. Лумумбы, Москва

arkadiy18@ya.ru

В настоящее время для окрашивания полимерных материалов в массе используются в основном специальные высокодисперсные выпускные формы пигментов. Главным недостатком пигментов является то, что они гетерогенны по отношению к окрашиваемому материалу, частицы пигментов становятся центрами накопления напряжений, что приводит к ухудшению прочностных свойств окрашенных ими полимеров. Окраска полимера низкомолекулярными органорастворимыми красителями обычно связана с их миграционной неустойчивостью, возгонкой и недостаточной растворимостью, что приводит к дефектам окраски.

Полимерорастворимые красители нового поколения, состоят из ковалентно связанных хромофорной и олигомерной частей. Такое строение позволяет увеличить молекулярную массу красителя за счёт олигомерной части, что резко повышает сродство к полимерам и совместимость с ними, а значит повышает миграционную устойчивость красителя до уровня прочных пигментов[1].

При окрашивании полимеров такие красители образуют твердый раствор в полимере, при этом механические свойства окрашенного полимера не снижаются, окрашенные изделия могут быть оптически прозрачными. С помощью них можно окрашивать любые полимеры: полиэтилен, полипропилен, полистирол, полиакрилаты, поливинилхлорид и т.д.

Хромофорная и олигомерная часть имеют функциональные группы, способные количественно вступать между собой в необратимую реакцию, образуя ковалентную связь между частями молекулы такого олигомера, модифицированного красителем.

В качестве олигомерной части наиболее интересны эпоксидные смолы. Хромофорная часть – это красители различных классов, содержащие карбоксильные и арилсульфамидные, функциональные группы.

Литература

1 Хромов А.В. Способы получения полимерорастворимых красителей для окраски в массе различных полимерных материалов/ Олигомеры-2022. Сборник трудов XIX международной конференции по химии и физикохимии олигомеров, Суздаль, 2022 г. т.2 с.154.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЧАСТИЦ НАПОЛНИТЕЛЯ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ТЕЧЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ И СЫПУЧИХ КОМПОЗИЦИЙ

Целищев Ю.Г., Вальцифер В.А., Шамсутдинов А.Ш.

*«Институт технической химии УрО РАН» – филиал ПФИЦ УрО РАН, Пермь
tselishchev.y@itcras.ru*

Исследовано взаимодействие микро- и наноразмерных частиц и их использование в качестве функциональных дисперсных наполнителей и компонентов полимерных и сыпучих композиций. Экспериментальными и расчётными методами были исследованы силы взаимодействия частиц с учетом их размеров, текстурных, структурных и физико-химических свойств. Исследованы и определены реологические свойства полимерных композиций с дисперсными наполнителями, закономерности и особенности их изменения и течения сыпучих композиций.

В качестве дисперсных наполнителей использован диоксид кремния различных марок - промышленных и специально синтезированных, с частицами различных размеров и свойств. Основу олигомерных матриц составлял олигодивинилизопрен.

Текстурные параметры порошков определялись методами низкотемпературной адсорбции азота. Структура, размеры, форма и морфология поверхности частиц устанавливались по данным оптической и электронной микроскопии. Реологические свойства полимерных композиций исследовались на ротационных вискозиметрах, показатели течения сыпучих композиций на порошковом реометре.

Определено, что уменьшение размеров частиц наполнителя приводит к качественным изменениям реологических свойств полимерной композиции – кривых течения, вязкоупругих составляющих вязкости и параметров, характеризующих структурные образования в композиции. Получено, что пороговое содержание образца диоксида кремния с размером частиц 10-20 нм, приводящее к этим изменениям свойств композиции, составляет [0,25-0,5] % об.

Показано, на примере микродисперсных стеклянных частиц СМШ, что появление жидкости в отдельных фракциях порошка или их смеси даже в небольших количествах (≈ 1 % об.) сопровождается значительным уменьшением коэффициента их текучести до средне и плохо текучих. Эти изменения обусловлены действием капиллярных сил, образующихся в жидких прослойках между частицами. Экспериментальными и расчётными методами оценены величины капиллярных сил и их влияние на объединение или разделение частиц порошка и изменение показателей его текучести.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЕ АНИОНА В СОСТАВЕ СОЛЕЙ МЕДИ (II) НА ХАРАКТЕР ИХ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ НА ПОВЕРХНОСТИ АКТИВНОЙ УГОЛЬНОЙ ТКАНИ

Чащина Е.В., Фарберова Е.А.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь
ekaterinakornilova95@yandex.ru

В работе рассмотрены особенности кристаллизации сульфата меди(II) и хлорида меди (II) на поверхности активной угольной ткани (АУТ). АУТ представляет собой полотно саржевого плетения углеродных волокон, обладающего развитой системой пор: $S_{БЭТ} = 860 \text{ м}^2/\text{г}$, $W_0 = 0,49 \text{ см}^3/\text{г}$, $V_{\text{ми}} = 0,43 \text{ см}^3/\text{г}$.

Известно, что соли меди (II) хорошо растворимы в воде, причём растворимость хлорида меди примерно в три раза превышает растворимость сульфата меди (II). При кристаллизации из водных растворов сульфат и хлорид меди образуют кристаллиты разной формы, значительно отличающиеся размерами элементарной кристаллической ячейки (ЭКЯ) и способностью роста. Нанесение на поверхность АУТ хлорида и сульфата меди проводилось из растворов их солей, а также из композиционного раствора, содержащего обе соли в равных массовых соотношениях при температуре 40°C в равновесных условиях. Методом электронной микроскопии исследовали структуру поверхности, импрегнированной АУТ. Установлено, что сульфат меди (II) на поверхности АУТ кристаллизуется в виде крупных кристаллитов с размерами от 1,3 до 746,0 мкм, в зависимости от места зародышеобразования на носителе. Крупные кристаллиты на поверхности ткани блокируют часть сорбционных пор, что приводит к снижению величины: $S_{БЭТ}$ на 31 %, а W_0 – на 29 %. Хлорид меди (II) кристаллизуется в форме игольчатых кристаллов, параметры ЭКЯ которого соизмеримы с размерами сорбционных пор. На основании анализа микрофотографий можно сделать вывод, что частично хлорид меди (II) располагается на внутренней поверхности сорбционных пор, объём которых снижается по сравнению с исходной АУТ на 53,1 %.

При импрегнировании образца композиционным раствором, содержащим смесь солей, наблюдалось образование мелких кристаллитов с размерами от 0,244 до 1,51 мкм, практически полностью покрывающих поверхность волокон ткани. При электронном сканировании кристаллитов в их составе обнаружено одновременное присутствие ионов SO_4^{2-} и Cl^- , что указывает на совместную кристаллизацию обеих солей. Значения площади удельной поверхности и объёма сорбционных пор снижаются более чем на 40 %, в сравнении с исходной АУТ.

**КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА И
НАНОЧАСТИЦ ГИДРОКСИАПАТИТА В ТЕХНОЛОГИЯХ МЕХАНИЧЕСКОЙ
РЕГУЛЯЦИИ КЛЕТОЧНЫХ И ТКАНЕВЫХ ПРОЦЕССОВ
ВОССТАНОВЛЕНИЯ**

Шабарова Е.К.¹, Колбе К.А.², Смирнова Н.В.², Кодолова-Чухонцева В.В.^{1,2},
Юдин В.Е.^{1,2}

¹*Санкт-Петербургский государственный политехнический университет Петра
Великого, Санкт-Петербург*

²*Институт высокомолекулярных соединений РАН, Санкт-Петербург*
vera_kodolova@mail.ru

Патофизиологические принципы предполагают, что напряжение является одним из основных триггеров повышенного дезорганизованного отложения коллагена во время воспалительной фазы заживления ран, замедляя их регенерацию. Постоянное натяжение утолщающегося рубца может вызвать аномальную реконструкцию внеклеточного матрикса, приводящую к образованию гипертрофического рубца. Терапевтические подходы, такие как использование биоактивных раневых покрытий, тейпирующих лент, биомедицинских устройств позволяет предотвратить или уменьшить гипертрофию рубцовой ткани. Поэтому биоактивные полимеры и композиты могут являться идеальной экспериментальной платформой для разработки матриц, передающих изменяющиеся пространственно-временные сигналы клеткам. В данном исследовании были синтезированы композитные пленки на основе 4 % водных растворов хитозана (Германия) и анизотропных наночастиц гидроксиапатита (НГА), продольный размер которых составляет 70-100 нм, а поперечный 7-9 нм. Прочность при растяжении композитных пленок, содержащих 0,05 мас.% НЧГ, равна $142 \pm 5,6$ МПа. Прочность композитной пленки в физиологическом растворе при $T=37^{\circ}\text{C}$ (биореактор Biss Ligagen) составляет $22 \pm 3,2$ МПа при 100% деформации.

Полученные образцы материалов использованы для биомеханических исследований *in vitro* в биореакторе Biss Ligagen для определения физиологических диапазонов механостимуляции клеток. Данные исследований станут основой для разработки терапевтических стратегий по контролю тканевой регенерации и ограничению гипертрофии рубцовой ткани при лечении ран.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ МАТЕРИАЛОВ И ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ХЛОРСУЛЬФИРОВАННОГО ПОЛИЭТИЛЕНА

Шайдурова Г.И.¹, Васильев И.Л.¹, Шевяков Я.С.¹

¹Публичное акционерное общество Научно-производственное объединение

«Искра», Пермь

yakov_shevyakov@mail.ru

Промышленное применение хлорсульфированного полиэтилена (ХСПЭ) широко известно в России и за рубежом. Полимер впервые был получен в США под названием гиполон (или хайполон), обладает плотностью 1,1 г/см³. Как каучуко-подобный полимер ХСПЭ характеризуется неповторимыми свойствами благодаря способности вулканизоваться аминами, солями, окислами ди- и поливалентных металлов, включая перекисные соединения. Отличительной чертой полимера является его высокая химическая стойкость, включая стойкость к озону при морозостойкости до минус 60°C.

В ракетно-космической технике ХСПЭ используется в рецептурных составах некоторых химстойких резин и клеевых композиций взамен зарубежных клеев на основе ХСПЭ. Широко используется полимер в составах термоизолирующих покрытий, относящихся к активному типу благодаря присущей сублимации при температурном воздействии от 300°C и выше. Разработки наружных термоизолирующих покрытий сублимирующего типа АО «Композит» реализованы в изделиях ракетно-космической техники. Влагозащитная эмаль ХП-5237 на основе ХСПЭ химически совместима с сублимирующим покрытием и выполняет функцию антистатического слоя.

В материалах доклада представлены результаты поиска новых технических решений, связанных с:

- обеспечением эксплуатационных свойств термоизолирующего покрытия на требуемом уровне, посредством проведения комплекса испытаний, в том числе, и ускоренных климатических испытаний.

- исследованием влагозащитных и антистатических свойств эмали ХП-5237, модифицированной ультрадисперсным цинком.

- исследованием свойств и подтверждение сохраняемости адгезионных и физико-механических свойств отечественной системы клеев Пермлок-01/11.

Секция «Органическая химия»

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

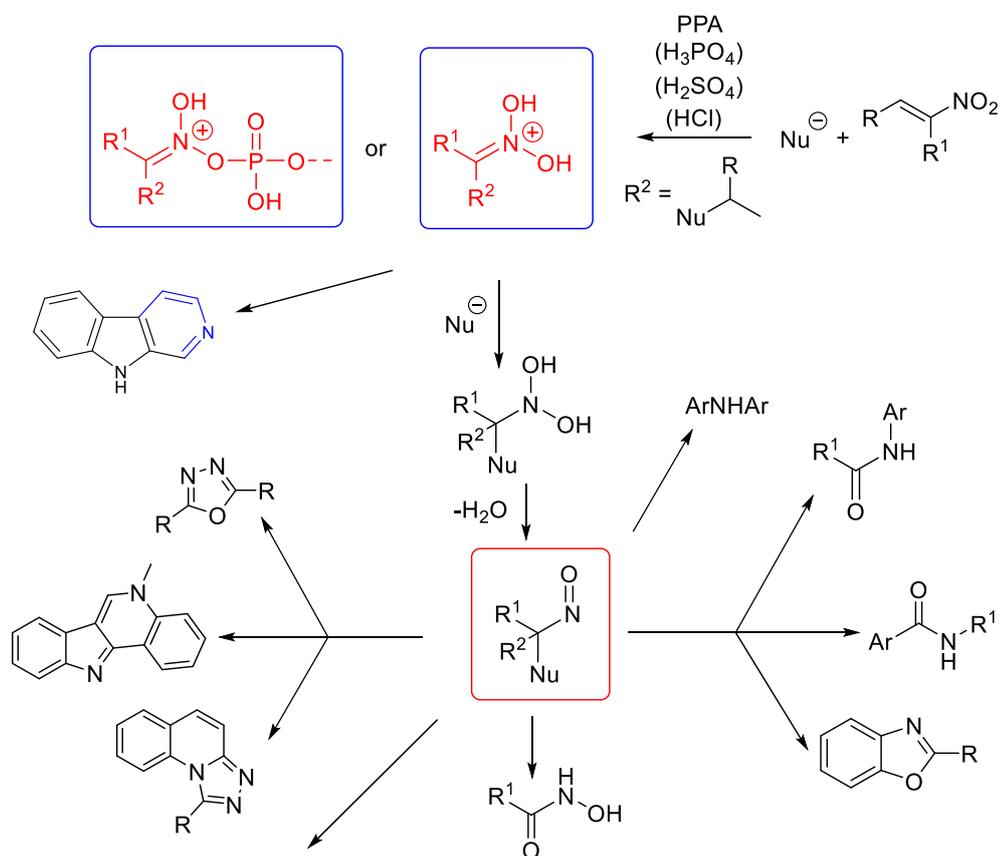
СИНТЕЗЫ НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРОФИЛЬНОГО АМИНИРОВАНИЯ АРЕНОВ

Аксенов А.В.¹, Аксенова А.А.¹, Кузминов И.К.¹, Аксенов Н.А.¹, Аксенов Д.А.¹

¹Северо-Кавказский федеральный университет, 355012, Ставрополь, ул. Пушкина, д. 1

aaksenov@ncfu.ru

Разработаны методы синтеза и функционализации различных ароматических и гетероциклических соединений, включая краун-эфиры, на основе реакций нитроалканов и нитроолефинов в фосфорных кислотах.



Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (Грант № 21-73-20051). <https://rscf.ru/en/project/21-73-20051/>.

ПРОГРЕСС В ХИМИИ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ, СОДЕРЖАЩИХ ЭКЗОЦИКЛИЧЕСКИЕ ДВОЙНЫЕ СВЯЗИ

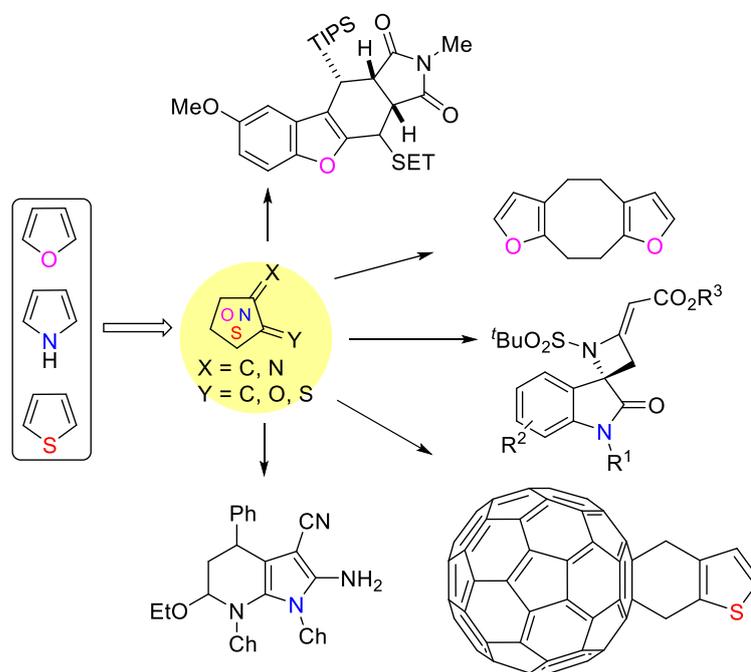
Бакулев В.А.¹, Березкина Т.В.¹, Силайчев П.С.²

¹Уральский федеральный университет, Екатеринбург

²Пермский государственный национальный исследовательский университет

v.a.bakulev@urfu.ru

Гетероциклические соединения без сомнения могут быть отнесены к наиболее важным объектам современной органической химии благодаря широкому применению в медицине и химии материалов. Без сомнения это является сильной мотивацией для продолжения исследований, направленных на разработку новых типов гетероциклов и методов их синтеза. В последнее десятилетие возрос интерес химиков-органиков к синтезу и исследованию свойств гетероциклов, содержащих две сопряженные экзоциклические связи. Показано, что такие молекулы вступают в реакции с соединениями с двойной и тройной связью, нафтолами, метиленактивными соединениями, азометинидами и другими цвиттерионными соединениями и представляют эффективные методы получения конденсированных и спирогетероциклов.



A. Millemaggi, R. J. K. Taylor. Eur. J. Org. Chem. 2010, 4527–4547

В настоящем докладе будет представлен обзор методов синтеза и особенности химических и каталитических реакций гетероциклов с двумя экзоциклическими двойными связями в основном за 2024-2010 гг.

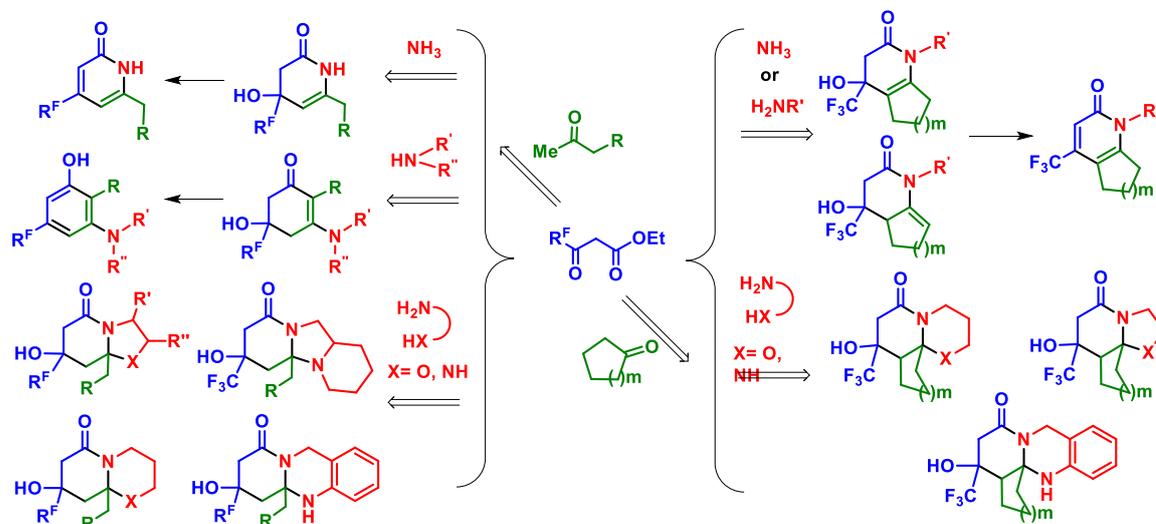
НОВЫЙ ПОДХОД К КОНСТРУИРОВАНИЮ ФТОРСОДЕРЖАЩИХ КАРБО- И ГЕТЕРОЦИКЛОВ

Бургарт Я.В., Горяева М.В., Кушч С.О., Салоутин В.И.

Институт органического синтеза им. И. Я. Постовского, УрО РАН, Екатеринбург

burgart@ios.uran.ru

Фторорганические соединения находят широкое применение в различных областях экономики, поэтому разработка новых **фторсодержащих карбо- и гетероциклов** является актуальным направлением развития химической науки. В докладе обсуждается открытый нами недавно трехкомпонентный подход, основанный на циклизации полифторалкил-3-оксоэфиров с α -метилкетоными и нуклеофилами, который применим для синтеза циклогексенонов, пиридонов, а также разнообразных пиридоаннелированных би-, три- и тетрациклов [см., например, 1–6]. Возможность этих превращений обусловлена высокой реакционной способностью полифторацильной группы 3-оксоэфира, которая способна реагировать с метиленсодержащими кетонами по альдольному механизму. Достоинством этих реакций являются мягкие условия проведения и автокатализ. Среди синтезированных соединений найдены биоактивные производные.



Литература

- [1] Goryaeva M.V., Kushch S.O., Burgart Ya.V. et al. *Org. Biomol. Chem.*, 2021, **19**, 9925.
- [2] Goryaeva M.V., Kushch S.O., Burgart Ya.V. et al. *J. Fluorine Chem.*, 2021, **241**, 109686.
- [3] Goryaeva M.V., Kushch S.O., Khudina O.G. et al. *Org. Biomol. Chem.*, 2019, **17**, 4273.
- [4] Saloutin V.I., Goryaeva M.V., Kushch S.O. et al. *Pure Appl. Chem.*, 2020, **92**, 1265.
- [5] Goryaeva M.V., Burgart Ya.V., Saloutin V.I. et al. *Eur. J. Org. Chem.*, 2017, 3986.
- [6] Goryaeva M.V., Burgart Ya.V., Ezhikova M.A. et al. *Eur. J. Org. Chem.*, 2015, 6306.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-13-00427, <https://rscf.ru/project/24-13-00427/>

КАК РАЗРАБАТЫВАЮТ НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ ЛЕКАРСТВА?

Волчо К.П.

Новосибирский институт органической химии СО РАН, Новосибирск

volcho@nioch.nsc.ru

В лекции будут рассмотрены основные применяющиеся в настоящее время подходы к разработке новых низкомолекулярных лекарственных средств, обсуждены их достоинства и недостатки.

Эффективность различных подходов будет проиллюстрирована на примерах собственных исследований, направленных на создание новых противопаркинсонических, противоопухолевых и других типов агентов на основе природных соединений, преимущественно, монотерпенов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ, проект 23-43-10019.

1-ПОЛИФТОРАЛКИЛ-3-СТИРИЛ-1,3-ДИКЕТОНЫ В СИНТЕЗЕ ПИРИМИДИНОВ, ТРИАЗОЛОПИРИМИДИНОВ И 1,5-БЕНЗОДИАЗЕПИНОВ

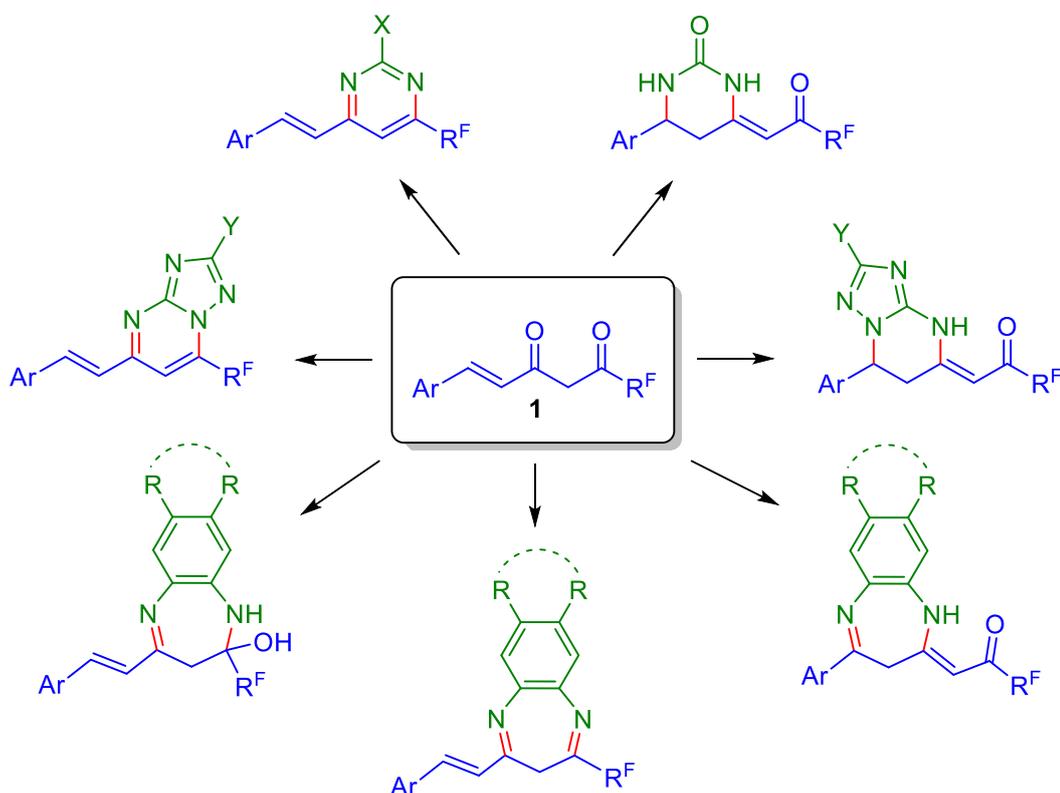
Коротаев В.Ю., Мищенко М.А., Гомзикова Е.М., Твердохлебов Н.А., Кочнев И.А.,

Зимницкий Н.С., Барков А.Ю., Сосновских В.Я.

Уральский федеральный университет, Екатеринбург

korotaev.vladislav@urfu.ru

Разработаны хемоселективные методы синтеза фторсодержащих пиримидинов, [1,2,4]триазоло[1,5-*a*]пиримидинов и 1,5-бензодиазепинов из доступных 1-полифторалкил-3-стирил-1,3-дикетонов **1** и соответствующих 1,3- и 1,4-N,N-динуклеофилов. Обсуждается влияние природы динуклеофила и заместителей R^F и Ar в ендионах **1** на выходы продуктов и селективность реакций.



R^F = CF₃, CF₂H, CF₂CF₂H, *n*-C₃F₇; Ar = Ph, 4-MeOC₆H₄, 4-Me₂NC₆H₄, 3,4-(MeO)₂C₆H₃, 3-O₂NC₆H₄, 4-O₂NC₆H₄, 4-ClC₆H₄, 2,4-Cl₂C₆H₃, 2-furyl; X = H, Me, Ph, NH₂, OH, SMe, SEt, SBn; Y = H, Me, CF₃, SMe; R = H, Me; R-R = benzo

Работа выполнена в рамках госзадания Министерства науки и высшего образования РФ (проект FEUZ-2023-0016).

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ МИКРОБНЫЕ РЕСУРСНЫЕ ЦЕНТРЫ: ДВИЖУЩАЯ СИЛА РАСТУЩЕЙ БИОЭКОНОМИКИ

Ившина И.Б., Куюкина М.С., Криворучко А.В.

*Институт экологии и генетики микроорганизмов УрО РАН – филиал Пермского
федерального исследовательского центра УрО РАН, Пермь*

ivshina@iegm.ru

Цель данного сообщения – акцентировать внимание на понимание ценности защиты и сохранения “our microbial heritage”, актуальности и необходимости формирования и развития национальных центров микробиологических ресурсов и централизованных сетевых структур в период построения наукоемкой биоэкономики и биополитики. Освоение природных ресурсов и развитие современных производств привело к резкому снижению качества окружающей среды, истощению ресурсной базы, катастрофическому разрушению биоразнообразия, изменению климата и увеличению числа местообитаний, в которых организмы находятся в критических условиях загрязнения среды высокотоксичными экополлютантами. Единственный выход из напряженной экологической ситуации – снижение неблагоприятного воздействия на природную среду путем разработки и внедрения наукоемких технологий (биотехнологий).

Данное сообщение фокусируется на роли специализированных микробных коллекций как определяющих факторов инновационного развития новой биотехнологии и биоиндустрии. Специфика таких коллекций в том, что они являются высокотехнологичными центрами сбора и хранения микроорганизмов, накапливают полную и всеобъемлющую информацию по свойствам и перспективам использования коллекционных штаммов, включая правовые консультации для начинающих пользователей по вопросам защиты интеллектуальной собственности на ценные штаммы, а также качественные услуги по проведению исследований и разработок (R&D) в сфере наук и жизни.

Работа выполнена в рамках государственного задания № 124020500028-4 по теме “Биоразнообразие микроорганизмов антропогенно загрязненных экосистем и функционально-генетические механизмы их адаптации к стрессовым условиям окружающей среды”.

ПЕРЕГРУППИРОВКИ СПИРОГЕТЕРОХИНОКСАЛИНОВ, ВЕДУЩИХ К НОВЫМ БИ- И КОНДЕНСИРОВАННЫМ ГЕТЕРОЦИКЛАМ

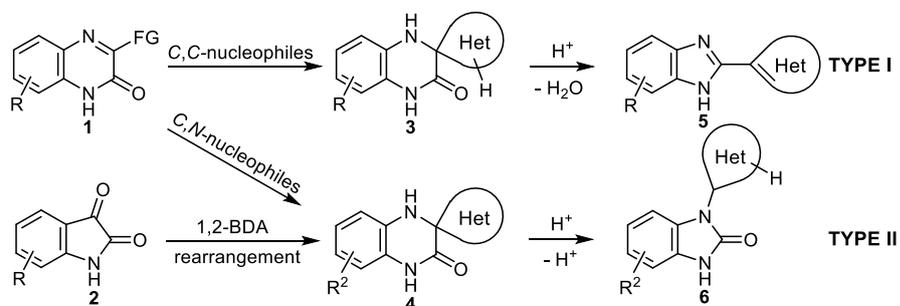
Мамедов В.А.

Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова

ФИЦ Казанский научный центр РАН

tamedov@iopc.ru

Доклад посвящен синтезу и перегруппировкам спирохиноксалинонов типов **3** и **4**, содержащих в качестве спирофрагмента в положении 2 хиноксалинового кольца различные гетероциклические фрагменты (Het). Будут обсуждены особенности перегруппировки этих спирогетерохиноксалинонов в различные бигетероциклические (типы **5** и **6** на схеме) и сложные конденсированные системы в зависимости от характера гетероциклического фрагмента.¹⁻⁷



Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 24-13-00098).

Список литературы

- [1] Hassner A., Namboothiri I. *Organic Syntheses Based on Name Reactions*, 3rd ed.: Elsevier, Amsterdam, **2012**, p. 299-300.
- [2] Mamedov V. A. *RSC Adv.* **2016**, 6, 42132-42172.
- [3] Mamedov V.A. *Quinoxalines. Synthesis, Reactions, Mechanisms and Structure*, Springer, **2016**, 437 p.
- [4] Zhukova N. A., Mamedov V. A. *Russ. Chem. Rev.* **2017**, 86, 968-997.
- [5] Mamedov V.A., Zhukova N.A. *Synthesis* **2021**, 53, 1849-1878.
- [6] Charushin V.N., Verbitskiy E.V., Chupakhin O.N. et al. *Russ. Chem. Rev.* **2024**, 93, RCR5125.
- [7] Mamedov V.A., Galimullina V.R., Qu Zh.-W., Zhu H., Syakaev V.V., Shamsutdinova L.R., Sergeev M.A., Rizvanov I.Kh., Gubaidullin A.T., Sinyashin O.G., Grimme S. *J. Org. Chem.* **2024**, 89, 898-917.

ПРОДУКТЫ РАЗЛОЖЕНИЯ 2,5-ДИАРИЛТЕТРАЗОЛОВ КАК ИСХОДНЫЕ РЕАГЕНТЫ ВТОРИЧНЫХ ХИМИЧЕСКИХ И БИОХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

Островский В.А.^{1,2}, Чернова Е.Н.,² Жаковская З.А.²

¹Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), 190013, г. Санкт-Петербург, Московский пр., 24-26/49

²Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук, 199178, г. Санкт-Петербург, 14я линия В.О., 39; e-mail: ershov2000ivan@mail.ru
va_ostrovskii@mail.ru

В последние десятилетия интенсивно формируется новый, альтернативный вектор развития химии 2,5-диарилтетразолов, направленный на синтез, идентификацию и применение в биомедицине разнообразных продуктов разложения высокоазотистого кольца, инициированного внешними источниками энергии [1]. У истоков данного научного направления стоял великий Рольф Хьюзген [2]. В докладе представлено разнообразие направлений и продуктов разложения 2,5-диарилтетразолов, инициированного различными внешними источниками энергии, тепло, свет, электронный удар, радиационное излучение (Рис.).

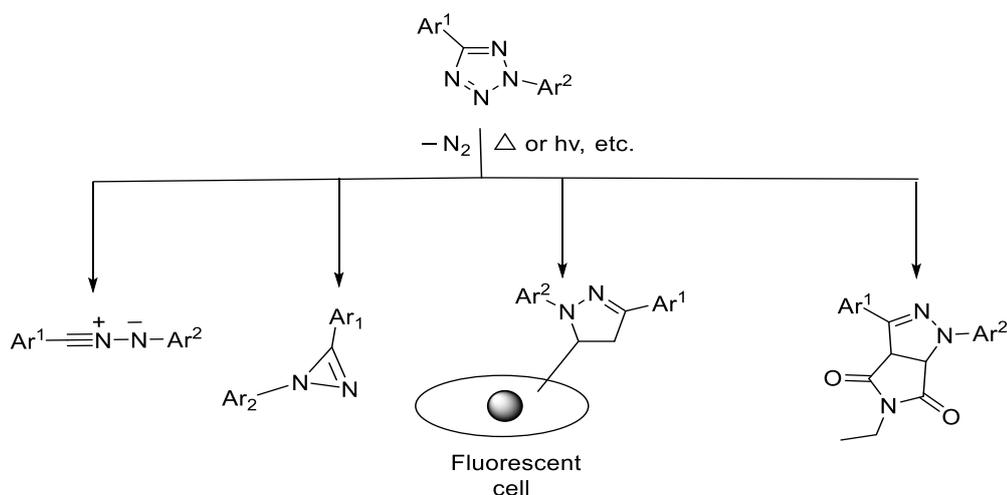


Рис. Примеры продуктов разложения 2,5-диарилтетразолов, инициированного внешними источниками энергии

Исследовательская работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда № 23-13-00224, <https://rscf.ru/project/23-13-00224/>.

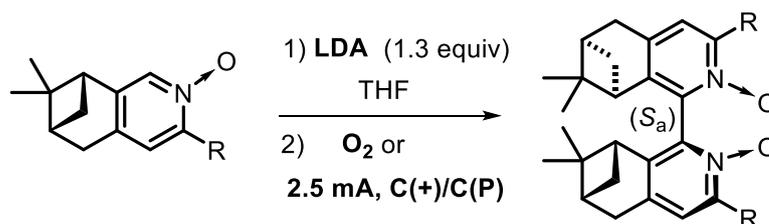
1. V. Pirola¹, A. Benassi¹, F. Doria¹. Lights on 2,5-diaryltetrazoles: applications and limits of a versatile photoclick reaction. *Photochemical & Photobiological Sciences*. **21**, 879 (2022); <https://doi.org/10.1007/s43630-022-00173-8>
2. V.A.Ostrovskii, L.L.Rodina. In memory of Professor Rolf Huisgen (1920-2020). *Chem. Heterocycl. Compd.*, **57** (6), 611 (2021); <https://doi.org/10.1007/s10593-021-02955-x>

НОВЫЕ АКСИАЛЬНО-ХИРАЛЬНЫЕ БИПИРИДИН *N,N'*-ДИОКСИДЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В АСИММЕТРИЧЕСКОМ КАТАЛИЗЕ

Рубцов А.Е.

Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь
rubtsov@psu.ru

Бипиридиновые *N*-оксиды оказали значительное влияние на энантиоселективный Льюис-основный катализ. Несмотря на эти успехи, синтез и применение аксиально-хиральных производных бипиридина не достигли значимого уровня, что отчасти связано с отсутствием хороших методов стереоселективного сочетания пиридинов¹.



В докладе будет представлен мягкий метод сочетания двух хиральных пиридин-*N*-оксидных единиц, где центральная хиральность терпенового фрагмента эффективно контролирует образование хиральной оси². Синтезированные бипиридиндиоксиды могут быть восстановлены до соответствующих хиральных бипиридинов с полным сохранением аксиальной хиральности³. Будет представлено несколько примеров применения как бис-*N*-оксидов, так и бипиридинов в асимметрическом синтезе⁴⁻⁶.

Литература

1. Rubtsov A.E., Malkov A.V., *Synthesis (Germany)*, 2021, **53**, 2559.
2. Fukazawa Y., Vaganov V.Y., Shipilovskikh S.A., Rubtsov A.E., Malkov A.V., *Organic Letters*, 2019, **21**, 4798.
3. Fukazawa Y., Rubtsov A.E. Malkov A.V., *European Journal of Organic Chemistry*, 2020, 3317.
4. O'Hora P.S., Incerti-Pradillos C.A., Kabeshov M.A., Shipilovskikh S.A., Rubtsov A E., Elsegood M.R.J., Malkov A.V., *Chemistry - A European Journal*, 2015, **21**, 4551.
5. Vaganov V.Y., Fukazawa Y., Kondratyev N.S., Shipilovskikh S.A., Wheeler S.E., Rubtsov A.E., Malkov A.V., *Advanced Synthesis and Catalysis*, 2020, **362**, 5467.
6. Fukazawa Y., Vaganov V.Y., Burykina J.V., Fakhrutdinov A.N., Safiullin R.I., Plasser F., Rubtsov A E., Ananikov V.P. Malkov A.V., *Advanced Synthesis & Catalysis*, 2024, **366**, 121-133.

ФОТОХИМИЧЕСКАЯ ЦИКЛИЗАЦИЯ КАК КЛЮЧЕВАЯ СТАДИЯ В СИНТЕЗЕ КОНДЕНСИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ТИОФЕНА И ТИАЗОЛА

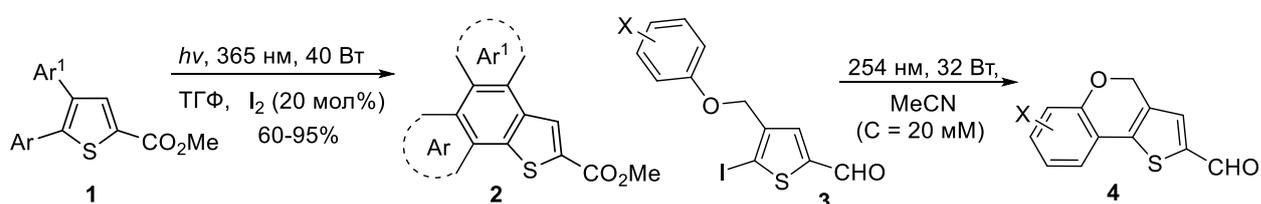
Фисюк А.С.^{1,2}, Костюченко А.С.^{1,2}, Ульянов Е.Б.²

¹Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского, Омск

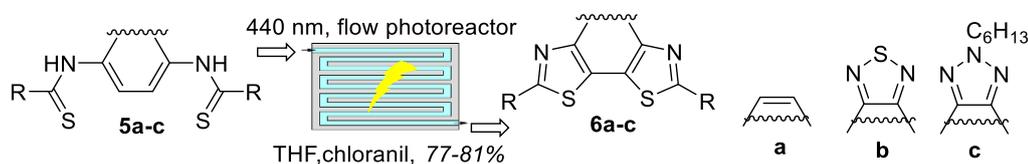
²Омский государственный технический университет, Омск

fisyuk@chemomsu.ru

Конденсированные производные бензотиофена **2** были получены иодпротоматированной фотохимической циклизацией 4,5-диарилзамещенных тифен-2-карбоксилатов **1**¹. При облучении UV-светом с длиной волны 254 нм 1,4-арилокситиофен-5-иод-2-карбальдегиды **3** превращались в 4*H*-тиено[3,2-*c*]хромен-2-карбальдегиды **4**².



Окислительная циклизация дитиоамидов **5a-c** в проточном фотохимическом реакторе привела к бензо[1,2-*d*:4,3-*d'*]бис(тиазолам) **6a** и ранее неизвестным производным **6b,c**^{3,4}.



Изучено использование полученных соединений в качестве электрохромных материалов, люминесцентных клеточных красителей, а также красителей для скрытого маркирования.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ (проект 20-73-10043).

Литература

1. Е. В. Ульянов, А. С. Костюченко, С. А. Черненко, М. О. Быструшкин, А. Л. Самсоненко, А. Л. Шатаускас, А. С. Фисюк. *A. Synthesis*. 2021, 53, 2422
2. Е.В. Ульянов, Y. P. Bogza, A.S. Kostiuchenko, S. A. Chernenko, A.L. Samsonenko, A. L. Shatsauskas, V. L. Yurpalov, A.S. Fisyuk. *Synlett* 2021; 32, 790
3. A. S. Kostiuchenko, E. B. Uliankin, A. J. Stasyuk, A. L. Samsonenko, T. Yu Zheleznova, A. L. Shatsauskas, A.S. Fisyuk. *J. Org. Chem.* 2022, 87, 6657
4. A.S. Kostiuchenko; E.B. Uliankin; A. J. Stasyuk; T. Yu. Zheleznova; A. S. Fisyuk. *J. Org. Chem.* 2023, 88, 5875.

**RECENT ADVANCES IN THE SYNTHESIS OF HETEROCYCLIC
SEMICARBAZIDES AND RELATED COMPOUNDS: FROM 1,2,4-TRIAZOLES TO
28-MEMBERED POLYAZA MACROCYCLES**

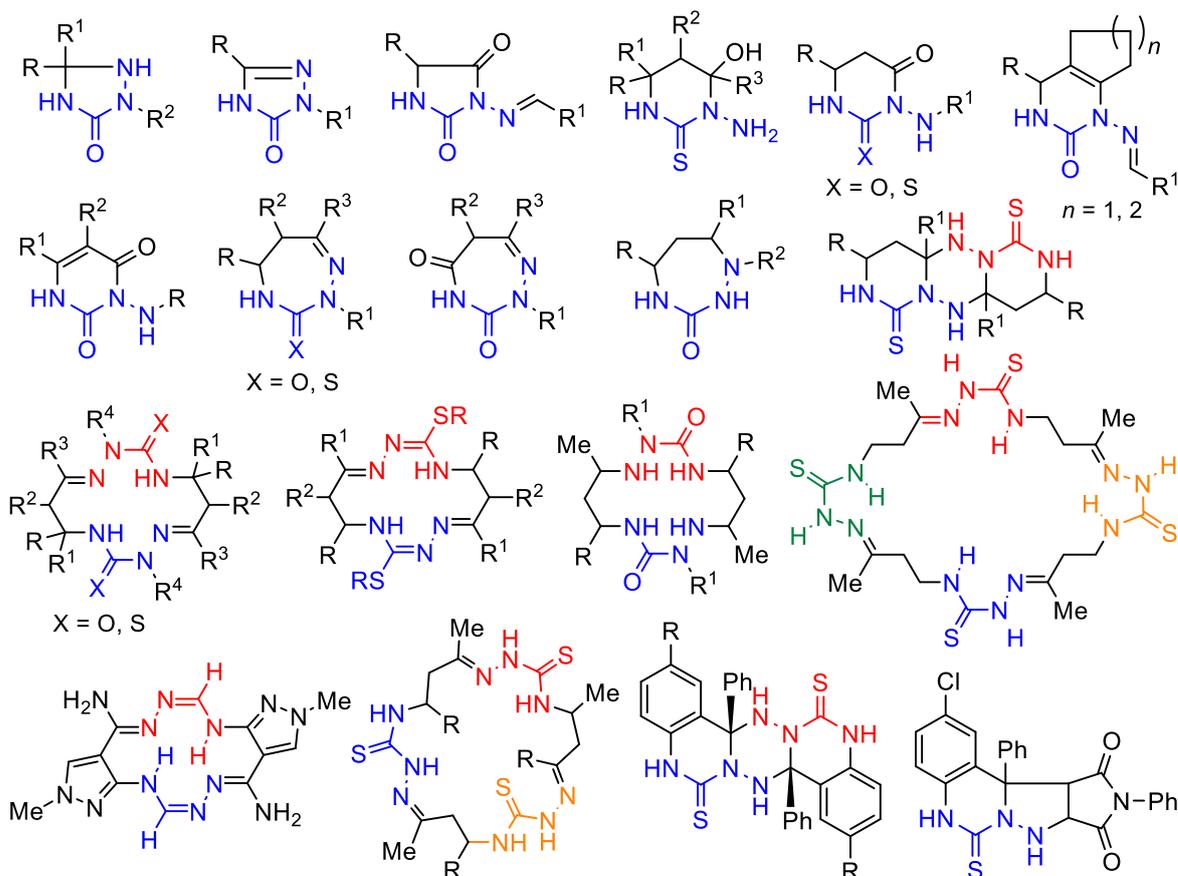
Shutalev A. D.¹, Fesenko A. A.²

¹ N. D. Zelinsky Institute of Organic Chemistry RAS, Moscow

² A. N. Frumkin Institute of Physical Chemistry and Electrochemistry RAS, Moscow

shad@ioc.ac.ru

Cyclic semicarbasides and related compounds are an important class of heterocycles that have traditionally been the subject of much attention from synthetic chemists. Among these compounds, the most accessible and studied are some 5- and 6-membered representatives. However, many types of the latter, as well as their analogues with larger ring sizes remain practically unknown due to the lack of simple general approaches to these compounds. Recently, we have developed convenient preparative methods for the syntheses of a large variety of cyclic semicarbazides and related compounds with ring sizes from 5 to 28, some of which are presented below. The present work describes some results of our investigations.



This research was supported by the Russian Science Foundation (Grant 23-23-00324).

УСТНЫЕ И СТЕНДОВЫЕ ДОКЛАДЫ

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АРОИЛПИРОВИНОГРАДНЫХ КИСЛОТ С ГИДРАЗИДАМИ КАРБОНОВЫХ КИСЛОТ

Андреева А.А.^{1,2}, Шкляев Ю.В.¹, Масливец А.Н.²

¹ «Институт технической химии УрО РАН» – филиал ПФИЦ УрО РАН, Пермь

² ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», Пермь

aandreeva234@gmail.com

Взаимодействием ароилпировиноградных кислот **1** с тиосемикарбазидом **2** взятым в соотношении 1:1 и 1:2, а так же с гидразидами карбоновых кислот **3-5** в соотношении 1:2 получены соответствующие 1*H*-пиразол-3-карбоновые кислоты **6**, и 1*H*-пиразол-5-карбоновые кислоты **7-10** (см. **Схема 1**).

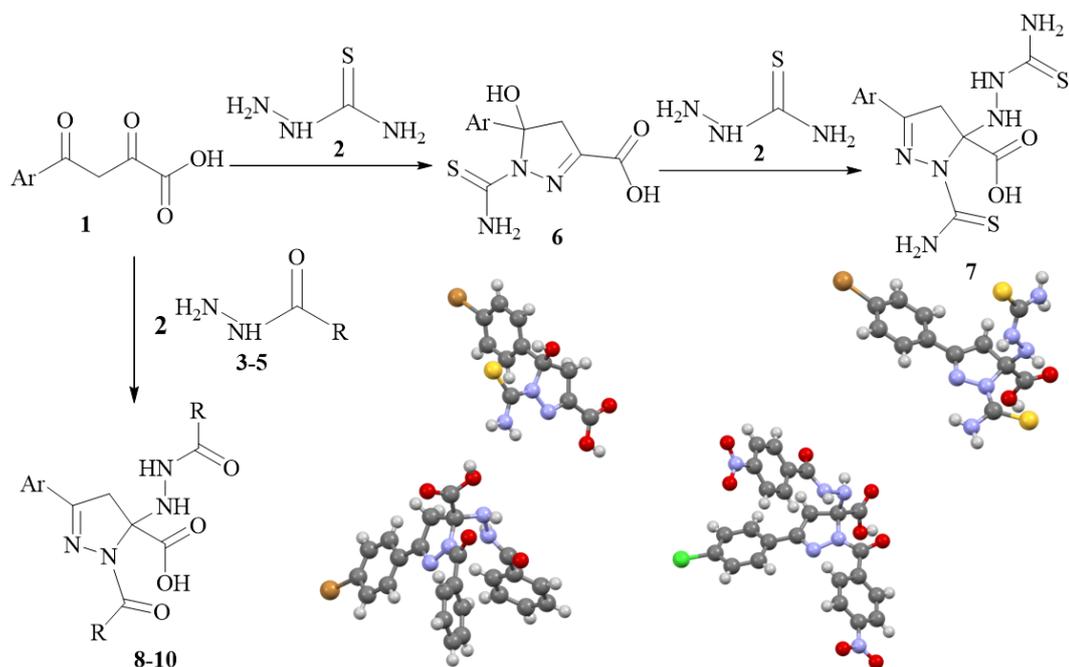


Схема 1. Взаимодействие ароилпировиноградных кислот с тиосемикарбазидом и гидразидами карбоновых кислот

Структура полученных соединений **6-9** подтверждены данными РСА.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ (проект № FSNF-2023-0004).

ПАРОФАЗНЫЙ ОКИСЛИТЕЛЬНЫЙ АММОЛИЗ 4-ХЛОРО-о-КСИЛОЛА

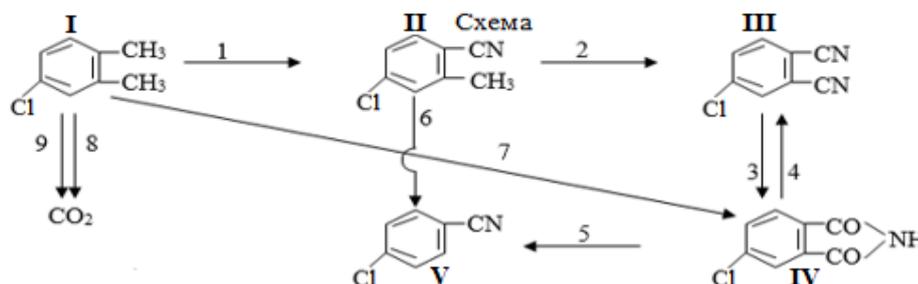
IV. СКОРОСТИ РЕАКЦИЙ МАРШРУТОВ И ИХ КОНСТАНТЫ

Багирзаде Г.А.

Азербайджанский медицинский университет, Баку

qulu_bagirzade@mail.ru

Изучены кинетические закономерности окислительного аммонолиза 4-хлор-о-ксилола на V-Sb-Bi-Zr/ γ -Al₂O₃-оксидном катализаторе в интервале температур 633-713 К и предложена общая схема превращений. В соответствии со схемой при парофазном окислительном аммонолиза 4-хлор-о-ксилола (I) образуются 4-хлор-о-толунитрил (II), 4-хлорфталонитрил (III), 4-хлорфталимид (IV), 4-хлорбензонитрил (V) и CO₂. Как показал



анализ экспериментальных данных скорости образования и расходования основных ключевых компонентов реакции окислительного аммонолиза I в области парциальных давлений O₂ и NH₃, выше их минимальных значений, описываются следующими уравнениями. $W_1 = k_1 \sqrt{P_I}$, $W_2 = k_2 \sqrt{P_{II}}$, $W_3 = k_3 P_{III} \cdot P_{H_2O} / P_{NH_3}$, $W_4 = k_4 P_{IV} / P_{H_2O}$, $W_5 = k_5$, $W_6 = k_6 P_{II} / (1 + a P_I)$, $W_9 = k_9 \sqrt{P_I}$. Здесь, a – константа, отражающая отношение констант адсорбционного равновесия I и II. Учитывая наблюдаемую зависимость распределения продуктов от соотношения концентраций O₂ и NH₃ при парциальных давлениях NH₃ (P_{NH_3}), меньших некоторого значения, обозначенного как $(P_{NH_3})_{min}$, скорости превращения I в II и II в III описываются уравнениями $W_1 = k_1 \sqrt{P_I} \cdot P_{NH_3} / P_{NH_3} + b P_{O_2}$ и $W_2 = k_2 \sqrt{P_{II}} \cdot P_{NH_3} / P_{NH_3} + b P_{O_2}$. В указанной области концентраций аммиака добавляются маршруты 7 и 8 в соответствии со схемой, скорости которых описаны $W_7 = k_1 \sqrt{P_I} \cdot b P_{O_2} \beta / P_{NH_3} + b P_{O_2}$ и $W_8 = k_1 \sqrt{P_I} \cdot b P_{O_2} (1 - \beta) / P_{NH_3} + b P_{O_2}$ уравнениями. Здесь β – доля I, которая при малых P_{NH_3} превращается в IV; b – константа, имеющая смысл отношения констант адсорбционного равновесия O₂ и NH₃. Найдено, что $k_1 = 10^{7.31} \exp(-89591.9/RT)$; $k_2 = 10^{7.83} \exp(-96917.5/RT)$; $k_3 = 10^{-13.64} \exp(167211.2/RT)$; $k_4 = 10^{-4.13} \exp(52428.9/RT)$; $k_5 = 10^{4.40} \exp(-82319.1/RT)$; $k_6 = 10^{11.23} \exp(-137398.2/RT)$; $a = 10^{-9.60} \exp(161374.6/RT)$; $b = 10^{7.36} \exp(-105686.3/RT)$; $\beta = 0.38$; $k_9 = 10^{12.08} \exp(-168122.7/RT)$. Энергии активации даны в Дж/моль.

ПАРОФАЗНЫЙ ОКИСЛИТЕЛЬНЫЙ АММОНОЛИЗ 4-ХЛОРО-о-КСИЛОЛА

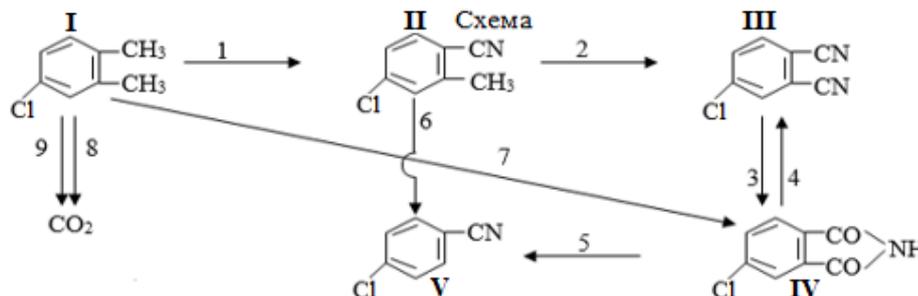
VI. МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ ПРОДУКТОВ РЕАКЦИИ

Багирзаде Г.А., Кулиев Ф.А.

Азербайджанский медицинский университет, Баку

qulu_bagirzade@mail.ru

Изучены кинетические закономерности парофазного окислительного аммонолиза 4-хлор-о-ксилола (I) на оксидном катализаторе V-Sb-Bi-Zr/ γ -Al₂O₃ и предложена общая схема превращений. В соответствии со схемой $W_{\text{сум}} = W_1 + W_7 + W_8 + W_9 = (k_1 + k_9)\sqrt{P_1}$ зависит от



концентрации NH₃ и подчиняется уравнению половинного порядка по I. Такая зависимость позволяет предположить диссоциативную адсорбцию I на центрах, которые при $P_{O_2} > (P_{O_2})_{\text{min}}$ полностью окислены. При этом адсорбированный фрагмент I с вероятностью $k_9/k_1 + k_9$ по маршруту 9 окисляется в CO₂ и H₂O, а с вероятностью $k_1/k_1 + k_9$ приводит к образованию 4-хлор-о-толунитрила (II), а при малых P_{NH_3} также 4-хлорфталимида (IV), CO₂ и H₂O. Соотношение скоростей образования II по маршруту 1 (W_1) и других продуктов по маршрутам 7 и 8 ($W_7 + W_8$) зависит от отношения P_{NH_3}/P_{O_2} . Это вместе с независимостью скорости превращения I от P_{NH_3} дает основание предположить, что NH₃ адсорбируется на других, нежели I, центрах, причем в этой адсорбции он конкурирует с O₂, полностью вытесняя его при больших P_{NH_3} . Очевидно, это центры с меньшей теплотой адсорбции O₂, чем центры адсорбции I. На основе обобщенных кинетических данных проанализирован механизм образования продуктов окислительного аммонолиза I. Показано, что происходит диссоциативная адсорбция I и II на центрах с высокой теплотой адсорбции O₂ и вследствие этого полностью им покрытыми; конкурентная адсорбция NH₃ и O₂ на центрах с малой теплотой адсорбции последнего; из адсорбированных фрагментов как I и NH₃, так и II и NH₃ образуется I и динитрил (III) соответственно; поверхностное взаимодействие адсорбированных фрагментов I и O₂ с малой теплотой адсорбции дает IV и CO₂; гидролиз III в IV протекает на центрах полностью покрытых NH₃; декарбоксилирование имида происходит на центрах покрытых им; окислительная деструкция II протекает на центрах покрытых I и II.

ПАРОФАЗНЫЙ ОКИСЛИТЕЛЬНЫЙ АММОНОЛИЗ 4-ХЛОРО-о-КСИЛОЛА

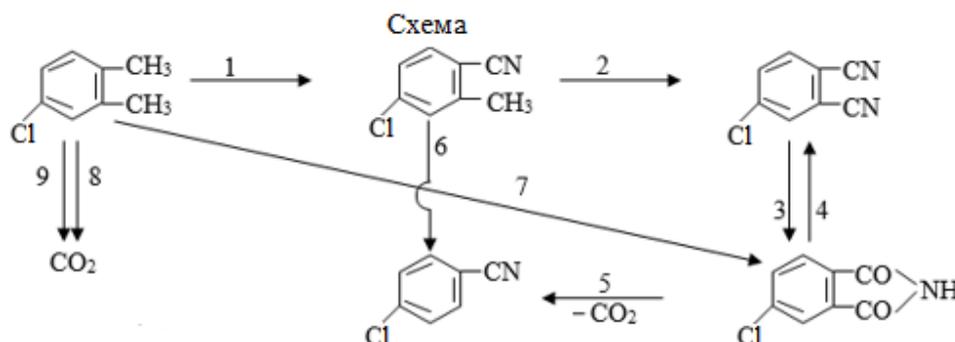
VII. О ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ АКТИВАЦИИ МЕТИЛЬНЫХ ГРУПП

Багирзаде Г.А., Кулиев Ф.А.

Азербайджанский медицинский университет, Баку

qulu_bagirzade@mail.ru

Изучены кинетические закономерности окислительного аммонолиза 4-хлор-о-ксилола в интервале температур 633-713 К и предложена общая схема превращений. Это схема превращений полностью отражает при низких концентрациях NH_3 , а при высоких концентрациях его не реализуются дополнительные маршруты образования 4-хлорфталимида (маршрут 7) и CO_2 (маршрут 8) из 4-хлор-о-ксилола. Это доказывает на наличие по крайней



мере двух путей образования CO_2 из субстрата. Скорость по одному из этих путей (маршрут 9) не зависит от концентрации NH_3 , а другой (маршрут 8) зависит. Сделано теоретическое обобщение результатов экспериментов окислительного аммонолиза 4-хлор-о-ксилола. Объяснено, что благодаря электронному фактору атома хлора первой активируется пара-метильная группа, а второй – мета-метильная группа. Показано, что электронный фактор хлора влияет только на активацию пара-метильной группы, в результате чего сначала образуется соответствующий промежуточный мононитрил, который в свою очередь, превращается в целевой динитрил. Итак, в молекулах 4-хлор-о-ксилола из трех заместителей первого рода, два – атом галогена и пара-метильная группа по отношению галогена действуют согласованно – они за счет $-\text{I}_{\text{Cl}}$ – и $+\text{I}_{\text{CH}_3}$ –эффекта, соответственно сосредоточивают отрицательный заряд в орто- и пара-положениях как $+\text{M}_{\text{Cl}}$ –эффект, однако действиям против последнего эффекта индуктивные эффекты смещают электронную плотность в сторону более электроотрицательного атома галогена. Теоретические соображения на основе электронного фактора хорошо совпадают с результатами экспериментов при окислительном аммонолизе 4-хлор-о-ксилола на $\text{V-Sb-Bi-Zr}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ -оксидном катализаторе.

СИНТЕЗ И СВОЙСТВА 2-ЗАМЕЩЕННЫХ 4-МЕТИЛТИЕНО[2,3-*b*]-ПИРИМИДИНОВ

Шуфаева Д.А.², Шкляева Е.В.², Абашев Г.Г.¹, Бакиев А.Н.^{1,2}

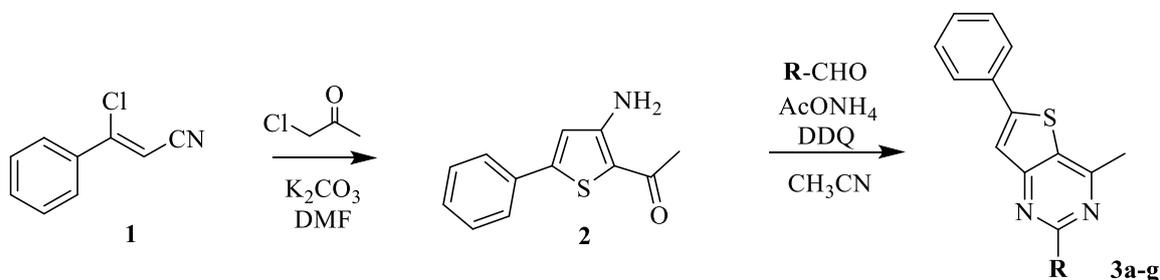
¹ «Институт технической химии УрО РАН» – филиал ПФИЦ УрО РАН, Пермь

² Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь

artur.bakiev_91@mail.com

В течение последних двух десятилетий наблюдается возросший интерес к синтезу пиримидинсодержащих флуорофоров [1]. Пиримидин как электронодефицитный гетероцикл обладает ярко выраженными электроноакцепторными свойствами. Объединение пиримидинового цикла с различными электронодонорными фрагментами через π -сопряженные спейсеры, вызывает проявление эффективного внутримолекулярного переноса заряда, что обычно приводит к сильному флуоресцентному излучению [2].

В представленной работе предложен удобный и простой метод синтеза 2-замещенных 4-метилтиено[2,3-*b*]пиримидинов взаимодействием 2-амино-3-ацетил-5-фенилтиофена, альдегидов и ацетата аммония в условиях трехкомпонентной реакции с использованием DDQ в качестве окислителя. Для полученных соединений исследованы оптические и электрохимические свойства.



R = Ph (a), 4-Tol (b), 4-OMeC₆H₄ (c), Th (d), *N*-Hexyl-carbazole (e), 4-phenyl-9H-carbazole (f), 4-(CH₃)₂N-C₆H₄ (g).

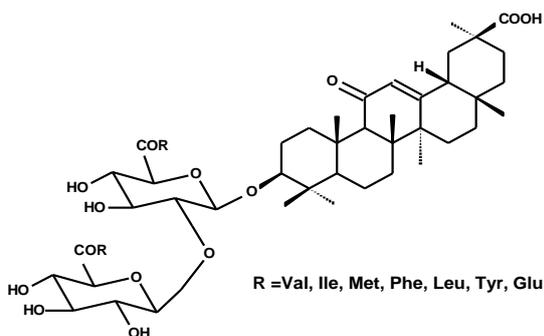
1. S. Achelle, *et al.*, ChemPhotoChem., 2023, 7 (9), e202300085
2. R. Wang, *et al.*, Dyes Pigm. 2022, 208, 110808

СЕЛЕКТИВНЫЙ СИНТЕЗ АМИНОКИСЛОТНЫХ КОНЬЮГАТОВ ГЛИЦИРРИЗИНОВОЙ КИСЛОТЫ С ПОМОЩЬЮ N-ОКСИФТАЛИМИДА-N,N'- ДИЦИКЛОГЕКСИЛКАРБОДИИМИДА

Файрушина А.И., Балтина Л.А.

Уфимский институт химии УФИЦ РАН, Россия, 450054, Уфа, пр. Октября, 71,
baltina@anrb.ru

Глицирризиновая кислота (ГК) – основной тритерпеновый гликозид корней солодки голой (*Glycyrrhiza glabra* L.) и уральской (*Gl. uralensis* Fisher) относится к числу природных гликозидов, перспективных для медицины в качестве платформы для получения новых противовирусных агентов [1]. Среди аминокислотных конъюгатов ГК нами обнаружены эффективные ингибиторы вирусов SARS-CoV-2, Денге и Зика. Предложен селективный способ синтеза аминокислотных конъюгатов ГК, содержащих остатки аминокислот в углеводной части гликозида, с использованием N-оксифталимида (НОPt) и N,N'-дициклогексилкарбодиимида (DCC), трет-бутиловых и бензилвых/4-нитробензиловых эфиров L-аминокислот с выходами 54-60%. Деблокированием сложноэфирных групп получены свободные конъюгаты ГК с валином, изолейцином, метионином, фенилаланином, лейцином, тирозином и глутаминовой кислотой. Чистота всех полученных аминокислотных конъюгатов контролировалась ТСХ и ВЭЖХ и составляла 95-98%. Структуры полученных соединений подтверждены спектральными методами (ИК, ЯМР).



Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФ (проект 22-43-08002).

[1] С. Huan, Y. Xu, W.Zhang, T. Guo, H. Pan, S. Gao. Research Progress on the Antiviral Activity of Glycyrrhizin and its Derivatives in Liquorice. *Front. Pharmacol.* 12 (2021) 680674; <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.680674>.

4-ЦИКЛОАМИНОЗАМЕЩЕННЫЕ ПОЛИФТОРБЕНЗОЙНЫЕ И ПОЛИФТОРСАЛИЦИЛОВЫЕ КИСЛОТЫ И ИХ ЭФИРЫ: СИНТЕЗ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ

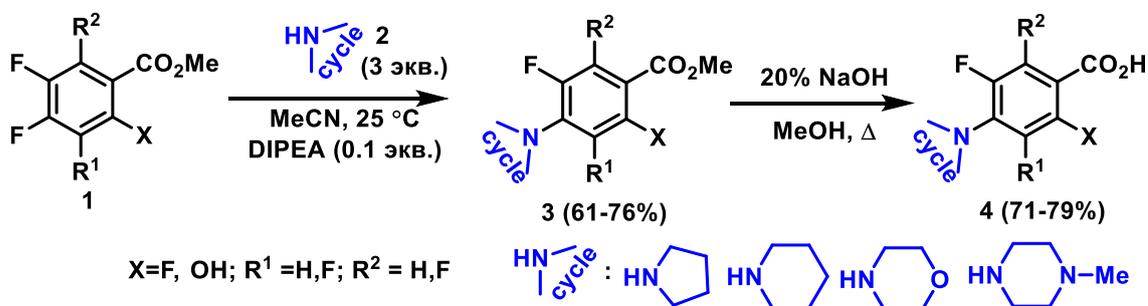
Барановский А.Д., Щегольков Е.В., Бургарт Я.В., Салоутин В.И.

Институт органического синтеза им. И. Я. Постовского УрО РАН, Екатеринбург

baranovski.artem@gmail.com

Ранее нашей исследовательской группой разработаны методы синтеза анальгетически активных 4-N-циклоаминозамещенных полифторсалициловых кислот и их производных на основе взаимодействия алкилполифторсалицилатов с циклоалкиламидами [1].

Данная работа посвящена трансформациям метилполифторбензоатов **1** (X= F) и метилполифторсалицилатов **1** (X= OH) под действием различных циклоалкиламинов **2**, введение которых перспективно для получения новых физиологически активных веществ. Найдено, что для метилфторбензоатов **1** (X= F) характерно только хемоселективное нуклеофильное замещение атома фтора в *para*-положении с образованием 4-(N-циклоалкиламино)замещенных производных **3** (X= F). Последующий гидролиз эфиров **3** (X= F, OH) в водно-метанольном растворе щелочи позволяет получить 4-замещенные полифторбензойные и -салициловые кислоты **4** (X= F, OH).



В ходе биологического тестирования серии полученных соединений обнаружено, что метил-2-гидрокси-4-(пиперидин-1-ил)-3,5-дифторсалицилат обладает высокой антибактериальной активностью в отношении штамма *N. Gonorrhoeae*, превышающей в 2 раза действие спектиномицина. Ряд замещенных полифторбензоатов проявляет умеренную анальгетическую активность, сравнимую с действием диклофенака. При этом эти соединения обладают меньшей острой токсичностью, чем препарат сравнения.

Литература: [1]. I.V. Shchur et al // ChemistrySelect. – 2019, **4**, 4. 1483–1490.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ проект № 24-23-00062.

**ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПИРРОЛОБЕНЗОКСАЗИНТРИОНОВ
С N-АЦЕТИЛЦИСТЕИНОМ: СИНТЕЗ 5-ТИОЗАМЕЩЕННЫХ ПРОИЗВОДНЫХ
3-ГИДРОКСИ-1,5-ДИГИДРО-2H-ПИРРОЛ-2-ОНОВ**

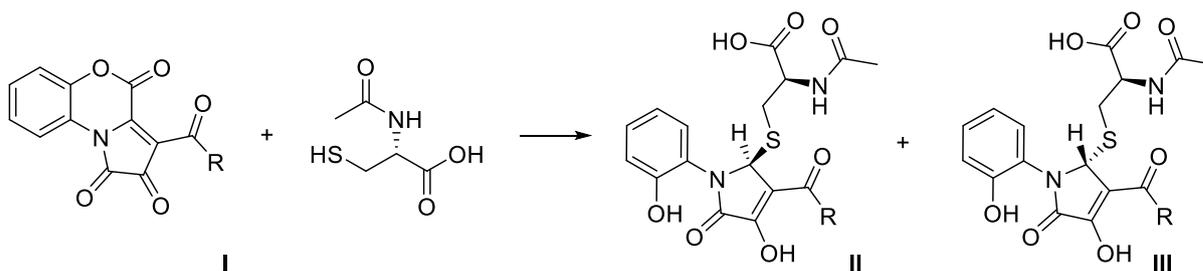
Белозёрова Д.Н., Суханова П.В., Дмитриев М.В., Машевская И.В.

*Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь
lukmanova.96@mail.ru*

В продолжение исследований взаимодействия пирролобензоксазинтрионов с S-нуклеофилами¹ были изучены реакции с S-содержащими аминокислотами на примере N-ацетилцистеина.

Осуществлен синтез диастереомеров **II** и **III**, которые содержат в своем составе 3-гидрокси-1,5-дигидро-2H-пиррол-2-оновый фрагмент. Данные соединения потенциально обладают ценным антибактериальным каркасом, в том числе против метициллин-резистентного золотистого стафилококка². (Схема 1).

Схема 1. Взаимодействие пирролобензоксазинтрионов с N-ацетилцистеином.



Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (FSNF-2023-0004)

1. D. N. Lukmanova, D. I. Pchelintseva, M. V. Dmitriev, et al. ChemistrySelect, 2021, 6, 12623–12627.
2. A. Q. Cusumano, J. G. Pierce, Bioorg. Med. Chem. Lett., 2018, 28, 2732–2735.

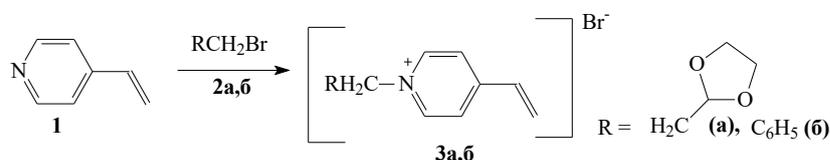
СИНТЕЗ СОЛЕЙ НА ОСНОВЕ 4-ВИНИЛ-ПИРИДИНА И ИХ ЦИТОТОКСИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ

Борисова Ю.Г., Пятибратова С.Г., Султанова Р.М., Злотский С.С.

Уфимский государственный нефтяной технический университет, Уфа

yulianna_borisova@mail.ru

Ранее нами [1] было установлено, что четвертичные аммонийные соли, содержащие *гем*-дихлорциклопропановый фрагмент, проявляют антибактериальную активность в отношении *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *S. Aureus* и др. Продолжая эти исследования, мы синтезировали ЧАС, содержащие различные заместители и определили их цитотоксическую активность.



В выбранных условиях (40-100 °С, 8-11 ч) выход солей **3a,b** составил 70-90%. В качестве растворителя использовали метилизобутилкетон, при его применении, в отличие от ацетонитрила, время синтеза сокращается в 2-4 раза, но выход и селективность остаются прежними ($\geq 95\%$).

Среди изученного ряда соединений **3a,b** найдено, что только 1-бензил-4-винилпиридиниум бромид **3b** проявляет токсичность по отношению к условно-нормальным (Нек293 (эмбриональные клетки почки человека) и к опухолевым линиям: НТС-116 (колоректальная карцинома человека), МСF-7 (аденокарцинома молочной железы человека), НерG2 (гепатоцеллюлярная карцинома). Так, для клеток НЕК293 концентрация IC₅₀ составила 75.48 ± 9.26 мкМ, IC₅₀ = 46.16 ± 5.76 для клеток МСF-7, IC₅₀ = 61.85 ± 3.41 для клеток НерG2, IC₅₀ = 58.88 ± 2.59 для клеток НТС-116.

Литература

1. Raskil'dina G.Z., Borisova Yu.G., Vereshchagin A.N., Detusheva E.V., Sultanova R.M., Zlotskii S.S. *Reviews and Advances in Chemistry*. 2024, 14. 1, 16–21.

Работа выполнена в рамках Госзадания «Разработка и создание малотоннажных продуктов и реагентов (ингибиторы коррозии и солеотложения, антиоксиданты, биоциды, присадки и др.) для процессов нефтегазохимии и очистки водных сред от загрязнений, замещающих импортные вещества и материалы. Теоретические и экспериментальные подходы, FEUR-2023-0006»

ОСОБЕННОСТИ ПРОТЕКАНИЯ КАТАЛИТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМЕ АЦИЛХЛОРИД – СПИРТ

Варфоломеева В.В., Терентьев А.В.

Самарский национальный исследовательский университет

им. академика С.П. Королёва, Самара

varf2@ssau.ru

Несмотря на большую историю развития современной теоретической химии, и достижений в теории и изучении механизмов химических реакций присоединения к кратным связям углерод–гетероатом, не было дано общего решения задачи: поиск энергетически более выгодных путей реакции посредством катализа водородными связями. Водородные связи значимы для понимания механизма реакции, поскольку могут изменить свободную энергию активации ΔG^\ddagger .

В настоящей работе в широком диапазоне условий исследован механизм и дана оценка возможности реализации каждой элементарной стадии реакции, из которых складывается процесс в целом. Система ацилхлорид–спирт представлена бимолекулярными и тримолекулярными реакциями, для которых впервые дана количественная оценка взаимосвязи ΔG^\ddagger и времени полуреакции $t_{1/2}$. Показана возможность прогнозировать тримолекулярные реакции автокатализа за счёт её продуктов с последующей идентификацией интермедиата. Установлены непреодолимые активационные барьеры при разных начальных концентрациях, что может иметь большое практическое значение при прогнозировании и исследовании механизмов реакций с участием молекул с донорно-акцепторными группами.

Эффективное воздействие на молекулярную систему и уменьшение ΔG^\ddagger зависит от геометрии переходного состояния. Способ получения необходимой энергии для преодоления барьера определяется природой исходного соединения, его структурно-энергетическими характеристиками. В нашем рассмотрении проявление какой-либо энергии к объекту управления это действие силового поля адсорбента. Предложен новый принцип воздействия неплоского адсорбента на реакцию систему для управления реакцией [1]. На границе раздела фаз эффективность каталитического процесса связана с затратами энергии на образование геометрически реакционноспособной структуры тримолекулярного водородно-связанного комплекса, что обусловлено благоприятным расположением функциональных групп в основном состоянии.

[1] Varfolomeeva V.V., Terentev A.V. // J. Iranian Chem. Soc. 2024. V. 21. № 3. P. 853-861.

ПРЕРВАННАЯ Pd(II)-КАТАЛИЗИРУЕМАЯ ФУРАН-ИНОВАЯ ЦИКЛИЗАЦИЯ В СИНТЕЗЕ АННЕЛИРОВАННЫХ ПИРИДАЗИНОВ

Васев Ю.А., Насибуллина Е.Р., Макаров А.С., Учускин М.Г.

Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь
yuryvasev@psu.ru

Известно, что ведущая к образованию гетероциклических соединений внутримолекулярная деароматизация фуранового ядра в условиях гомогенного катализа комплексами переходных металлов позволяет эффективно повысить сложность целевой молекулы [1,2]. В независимых исследованиях реакции образования фенолов, основанной на каскадном металлокатализируемом превращении фурилацетиленов, исследовательские группы Хашми и Эчаваррена обнаружили образование побочных дикарбонильных соединений, которые образовывались в небольших количествах в результате нуклеофильной атаки воды на карбеноидный центр одного из интермедиатов [3,4].

Карбеноидный интермедиат фуран-иновой циклизации в синтезе фенола Хашми может эффективно реагировать с водой в разработанных условиях реакции. Это открывает путь к получению функционализированных ненасыщенных дикарбонильных соединений, которые можно использовать для получения аннелированных пиридазинов [5].

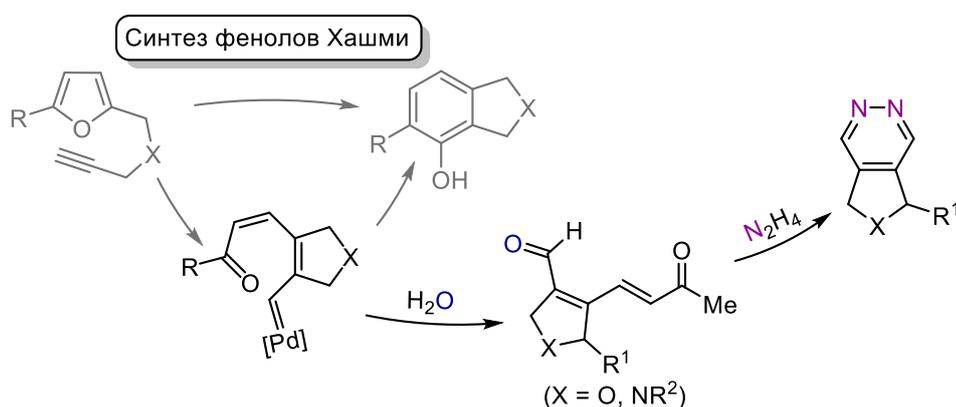


Схема 1. Синтез дикарбонильных соединений и пиридазинов.

Литература:

- 1) S.P. Roche, J.A. Porco, Jr. *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, 2011, **50**, 4068.
- 2) Furstner A. *Chem. Soc. Rev.*, 2009, **38**, 3208.
- 3) A.S.K. Hashmi, T.M. Frost, J.W. Bats *J. Am. Chem. Soc.*, 2000, **122**, 11553.
- 4) B. Martin-Matute, D. J. Cardenas, A. M. Echavarren *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, 2001, **40**, 4754.
- 5) Y. A. Vasev, E. R. Nasibullina, A. S. Makarov, M. G. Uchuskin *Org. Lett.*, 2023, **25**, 7780.

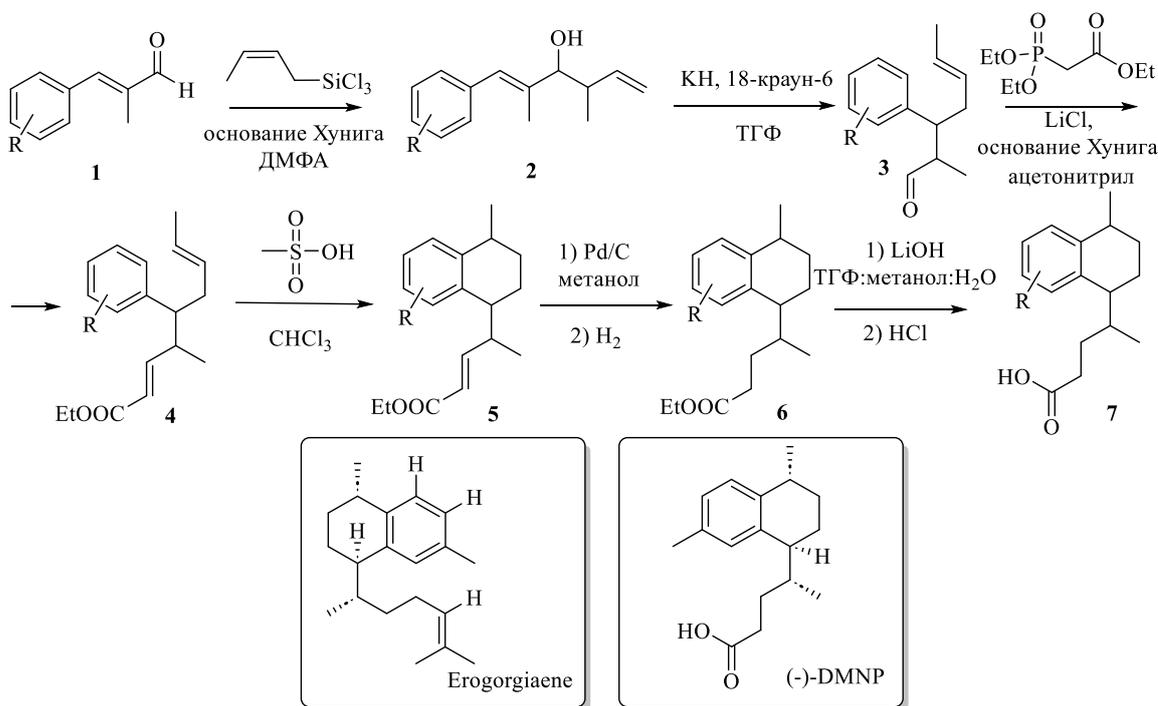
Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ (грант 21-73-10063).

ПОЛУЧЕНИЕ НОВЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ПРИРОДНЫХ ДИТЕРПЕНОВ ИНГИБИТОРОВ ПРОДУЦЕНТОВ (p)ppGpp

Васильева А.Ю., Александрова А.К., Рубцов А.Е.

Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь
vasilevaay@psu.ru

Из кораллов рода *Pseudopterogorgia* впервые были выделены дитерпены серрулатанового ряда, проявляющие антимикобактериологическую активность. Наиболее эффективным оказался *Erogorgiaene*. Туберкулез – инфекционное заболевание, оказывающее значительное влияние на здоровье населения и являющееся одной из ведущих причин смертности во всем мире. Персистенция бактерий в сочетании с образованием биопленок связана с неэффективностью лечения туберкулеза антибиотиками. DMNP – синтетический аналог дитерпена способно подавлять персистенцию и разрушать биопленки микобактерий, направлено на структурные сайты, общие для RelMsm, RelZ и некоторых других, пока неопознанных, производителей (p)ppGpp [1]. В поисках эффективных ингибиторов продуцентов (p)ppGpp были синтезированы новые производные DMNP.



1. Tkachenko A.G. A synthetic diterpene analogue inhibits mycobacterial persistence and biofilm formation by targeting (p)ppGpp synthetases / Tkachenko A.G., Kashevarova N.M., Sidorov R.Y., [and etc.]// Cell Chemical Biology. - 2021 - Vol. 28. - № 10. - P. 1420-1432.

**АЗОПИРАЗОЛОНЫ, СОДЕРЖАЩИЕ СУЛЬФАНИЛАМИДНЫЕ И
СУЛЬФОНОВЫЕ ФРАГМЕНТЫ. СИНТЕЗ, СВОЙСТВА,
КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ**

Васильева М.И., Ковальчукова О.В.¹

¹*Кафедра органической химии, Кафедра неорганической и аналитической химии,
Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)
Мал. Калужская, 1, Москва, Российская Федерация, 119071
ren47@inbox.ru*

Выделены и охарактеризованы вещества, содержащие сульфаниламидные и пиразолоновые фрагменты, совокупностью методов установлено что они существуют в виде формы гидразонных таутомеров. Показано, что в зависимости от природы заместителей сульфаниламиды могут существовать в кристаллической фазе в формах мономеров или димеров, кристаллографические параметры сульфаниламидного фрагмента практически не зависят от характера заместителей.

В растворах выделенные азосоединения вступают в реакции комплексообразования с катионами кобальта, цинка, никеля, и образуют металлокомплексы средней устойчивости.

Установлено что основными видами биологической активности продуктов азосочетания производного пиразолона-5 с сульфаниламидными и сульфоновыми фрагментами являются жаропонижающая и туберкулёзная активности, ингибитор аминокептидазы Pfa-M1 и усилитель экспрессии HMGCS2. Жаропонижающая активность увеличивается при введении в систему катионов металлов.

На основе *in silico* анализа показано, что соединения 17 и 18 способны пассивно всасываться через ЖКТ (пероральное введение) и проникать в клетку через липидный слой мембран; для соединения 16 наибольшая вероятность проникновения в организм через систему кровообращения (в/в. в/м введение). Токсичность соединений значительно увеличивается при замене фенольного заместителя на нафтольный.

Выделенные азосоединения можно рассматривать как потенциальные красители для получения шерстяных и полиамидных материалов двойного назначения.

ПОЛУЧЕНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ВОДОРАСТВОРИМЫХ НИТРАТОВ ЦИКЛОДЕКСТРИНОВ

Ворожейкин М.И.^{*}, Лукьянова А.А., Даровских А.В., Михайлов Ю.М.

*Федеральный исследовательский центр проблем химической физики и
медицинской химии РАН, Черноголовка*

^{}vorozheikin.miha@yandex.ru*

Циклодекстрины (ЦД) — циклические олигомеры глюкозы, содержащие 6, 7 или 8 глюкопиранозных звеньев, α -, β - и γ -ЦД соответственно. Форма молекул ЦД представляет собой полый усеченный конус, напоминающий тор.

Свойства ЦД можно модифицировать заменой гидроксильных групп различными заместителями. Большой интерес в этой связи могут представлять нитрованные производные, которые могут являться NO-донорами и быть использованы как лекарственные средства. Известно [1], что благодаря особенностям структуры нитраты ЦД, также как исходные ЦД, способны к образованию комплексов включения.

В этой связи основной целью данной работы является исследование процесса нитрования α -, β - и γ -ЦД с целью получения водорастворимых НЦД с контролируемой степенью замещения нитратных групп на гидроксильные и изучение их свойств. Методика нитрования подробно описана в [2]. Состав получающихся в реакции нитрования сложных смесей продуктов определяли ферросульфатным титрованием.

Было найдено, что зависимость степени замещения в НЦД от концентрации HNO_3 при одинаковых значениях модуля носит линейный характер и реакция нитрования для всех трех исследованных циклодекстринов идет практически одинаково. Увеличение времени с 40 до 80 минут приводит к увеличению содержания азота в НЦД вдвое. Со снижением температуры, количество ONO_2 -групп уменьшается. Важно отметить, что при 10°C преимущественно получают водорастворимые продукты.

γ -НЦД, характеризующийся степенью замещения 8% и растворимостью в воде 16 г/л, ингибирует процесс сПОЛ на 17% лучше контроля. Была определена величина $\text{LD}_{50}=1060\pm 29.3$ мг/кг и установлено, что исследуемое соединение является умеренно токсичным веществом. Результаты МТТ-теста показали, что исследуемые соединения не только не вызывают снижение жизнеспособности неопухолевых клеток, но и увеличивают МТТ-окрашивания клеток Vero и FetMSC, что может быть связано с влиянием соединения на активность митохондриальных ферментов или пролиферативную активность.

Работа выполнена с использованием оборудования Аналитического центра коллективного пользования ФИЦ ПХФ и МХ РАН в рамках выполнения проекта РНФ №24-13-00288.

ОЗОНОЛИЗ ЛУПАНОВОГО А-ПЕНТАЦИКЛИЧЕСКОГО ЕН-НИТРИЛА

Галайко Н.В., Белоглазова Ю.А., Гришко В.В.

«Институт технической химии УрО РАН» – филиал ПФИЦ УрО РАН, Пермь
natagalaiko@gmail.com

Ранее на примере олеанановых ен-нитрилов нами была показана возможность получения 1,3-секотритерпеноидов в условиях озонолитического расщепления [1]. Для исследования цитотоксического потенциала А-секо-тритерпеноидов данного типа и с учетом целевой активности 20,29-дигидрированных лупановых производных [2] в качестве исходного соединения апробирован ен-нитрил **2** (схема 1), полученный рециклизацией [3] 2,3-секолупанового альдегидонитрила **1** [4].

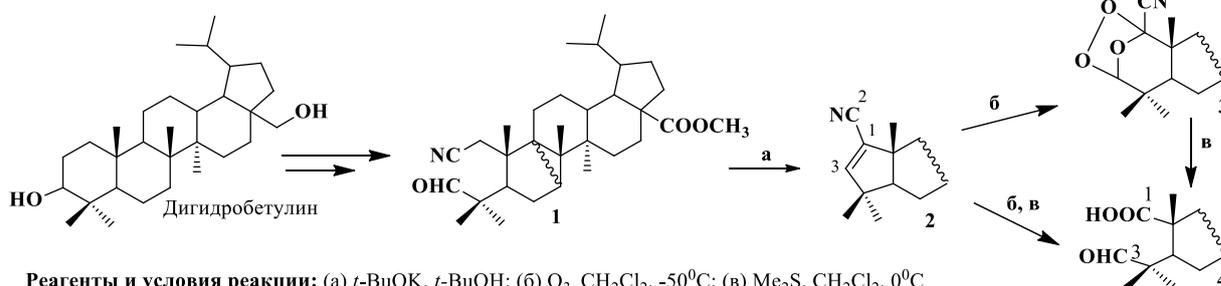


Схема 1

Селективную фрагментацию кольца А ен-нитрила **2** проводили в условиях реакции озонлиза с последующим восстановительным расщеплением образующегося озонида **3** до 1,3-секо-лупановой альдегидокислоты **4**. Изучена цитотоксическая активность продуктов синтеза на нескольких линиях опухолевых клеток.

Работа выполнена в рамках Государственного задания: номер государственной регистрации темы №124021400012-1

Список литературы

1. V.V. Grishko, N.V. Galaiko, E.V. Igosheva, M.V. Dmitriev // *Tetrahedron*. 74 (2018) 4489.
2. I. Tolmacheva, Y. Beloglazova, M. Nazarov, O. Gagarskikh, V. Grishko // *Int. J. Mol. Sci.* 24 (2023) 9863.
3. V.V. Grishko, N.V. Galaiko, I.A. Tolmacheva, I.I. Kucherov, V.F. Eremin, E.I. Boreko, O.V. Savinova, P.A. Slepukhin // *Eur. J. Med. Chem.* 83 (2014) 601.
4. G.F. Krainova, O.N. Gagarskikh, V.V. Grishko // *Chem. Nat. Compd.* 58 (2022) 693.

ОДНОРЕАКТОРНЫЙ СИНТЕЗ АМИНОИЗОИНДОЛИНОВ И ПИРРОЛО[3,4-с]ПИРИДИНОВ НА ОСНОВЕ ПРЕВРАЩЕНИЙ ФУРАН-2,3-ДИОНОВ

Галеев А.Р., Дмитриев М.В., Масливец А.Н.

Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь
argaleev@psu.ru

Фрагменты изоиндолина и пирроло[3,4-с]пиридина входят в структуру множества соединений, проявляющих разнообразную биологическую активность [1]. Поэтому разработка универсальных методов построения данных каркасов из доступных исходных соединений является актуальной задачей.

Нами разработан одnoreакторный двухстадийный метод синтеза замещенных аминоизоиндолинов и пирроло[3,4-с]пиридинов на основе превращений доступных фуран-2,3-дионов.

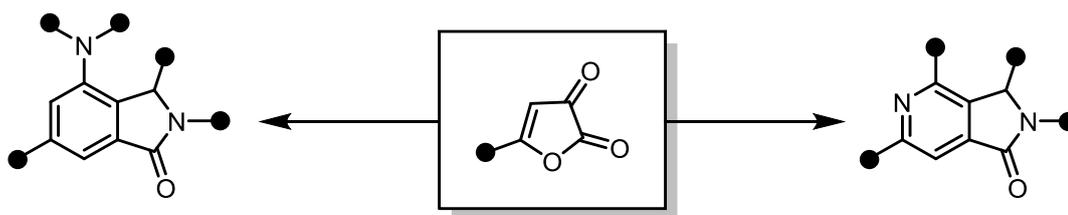


Схема 1.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (FSNF-2023-0004)

Библиографический список

1. a) *Beilstein J. Org. Chem.*, 2013, 9, 2048–2078. b) *Eur. J. Med. Chem. Rep.*, 2023, 100112. c) *Pharmaceuticals*, 2021, 14(4), 35 d) *Drug Development Research.*, 2023., 84 (7), 1346–1375. e) *Mini Rev. Med. Chem.*, 2010, 10 (8), 678–704.

ТРИМЕТИЛСИЛАНОЛ КАК ВОДОРАСТВОРИМЫЙ СТАНДАРТ ДЛЯ СПЕКТРОСКОПИИ ЯМР ^1H

Горбунов А.А.

«Институт технической химии УрО РАН» – филиал ПФИЦ УрО РАН, Пермь
agorbunof@mail.ru

Для измерения химического сдвига в спектрах ЯМР ^1H в D_2O в качестве внутреннего стандарта используется несколько веществ. Это DSS, TSP, DSA (рис.1).

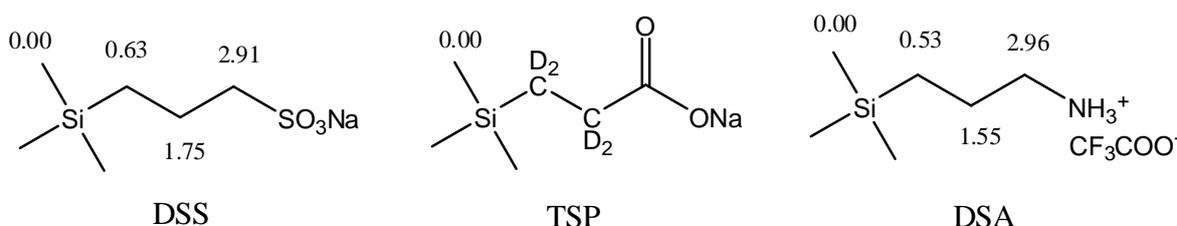


Рис.1. Водорастворимые стандарты в ЯМР ^1H . Числа означают химические сдвиги (м.д.) соответствующих групп.

К их недостаткам относятся внесение в спектр дополнительных сигналов (DSS, DSA), взаимодействие с некоторыми пептидами (DSS), некоторая зависимость сигнала группы $(\text{CH}_3)_3\text{Si}$ от pH (TSP). В настоящее время общим недостатком этих стандартов является их ограниченная доступность. Использование для выставления шкалы химсдвигов сигнала HDO не очень надежно вследствие зависимости его положения от pH и температуры. В тех случаях, когда это не приводит к перекрытию сигналов пробы, выходом из положения может служить внесение в раствор *трет*-бутанола, ацетонитрила, ацетона, диоксана (1,24, 2,06, 2,22, 3,75 м.д., соответственно).

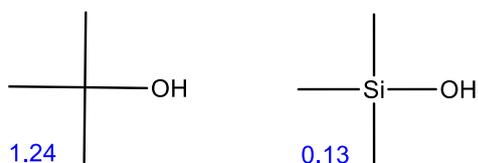


Рис. 2. Химсдвиги *трет*-бутанола и триметилсиланола.

В качестве более универсального стандарта предлагается триметилсиланол. Его раствор с концентрацией 0,6 мг/мл легко может быть получен пропусканием паров $(\text{CH}_3)_3\text{SiCl}$ в D_2O . Он стабилен, по крайней мере, в течение года. 25 мкл такого раствора достаточно для получения в спектре пробы объемом 0,5 мл четкого сигнала стандарта при 0,13 м.д.

МЕХАНИЗМ АМИНО-ИМИННОГО ОБМЕНА НА ПРИМЕРЕ СИНТЕЗА ГЕТЕРИЛИРОВАННЫХ ОСНОВАНИЙ ШИФФА

Горохов В.Ю.¹, Васянин А.Н.², Шуров С.Н.², Заболотных С.А.¹

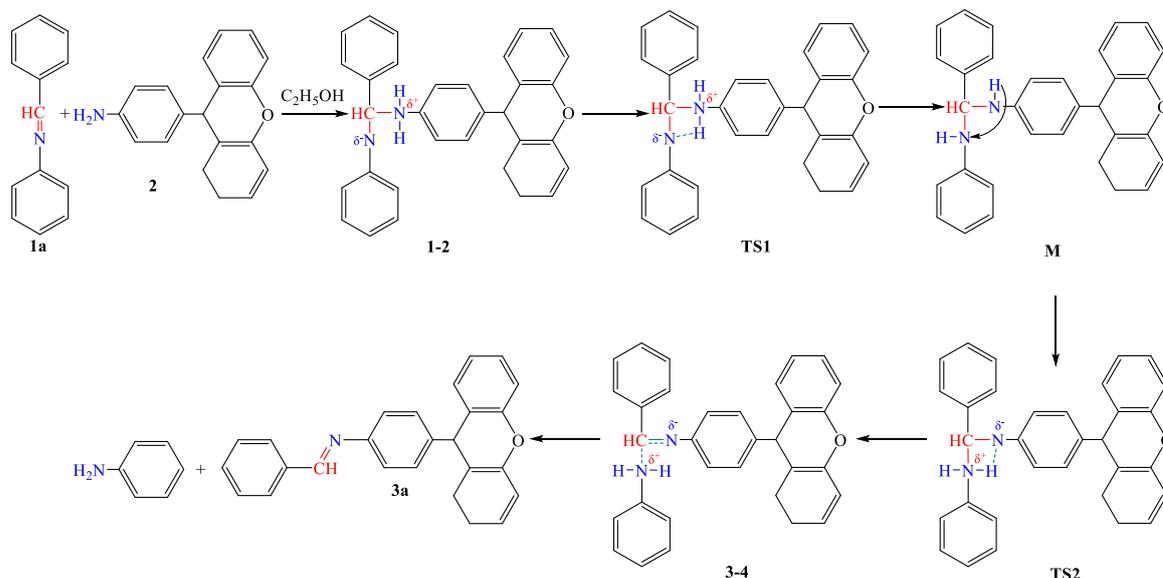
¹«Институт технической химии УрО РАН» – филиал ПФИЦ УрО РАН, Пермь

²Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь

gorokhov_V.Yu@mail.ru

В органической химии широко известны реакции amino-иминного обмена (трансаминирования), открытые А.Е. Браунштейном и М.Г. Крицманом [1]. Данная реакция является аналогом биохимического взаимодействия в тканях живых организмов. В реакции трансаминирования могут вступать другие классы органических соединений, например, основания Шиффа (азометины, имины) [2-4].

Реакцией amino-иминного обмена между *N*-бензилиден-*R*-анилинами и 4-(9*H*-ксантен-9-ил)анилином получены *N*-бензилиден-4-(9*H*-ксантен-9-ил)анилины. Методом квантово-химического расчета (r2SCAN-3с/PCM) предложен механизм реакции amino-иминного обмена, на примере, взаимодействия *N*-бензилиденанилина **1a** и 4-(9*H*-ксантен-9-ил)анилина **2**.



Работа выполнена в рамках государственного задания по теме №124020500033-8.

1. А.Е. Браунштейн, М.М. Шемякин // Докл. АН СССР. (1952). 5. 1117.
2. S. Patai The chemistry of the carbon-nitrogen double bond. (1970). 497p.
3. И.А. Балыкова, Н.С. Козлов, В.Д. Пак // Кат. синт. орг. азот. соед. Сборник. (1975). 6. 26.
4. F. Schaufelberger, L. Hu, O. Ramström // Chem. Eur. J. (2015). 21. 9781.

СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ПРОИЗВОДНЫХ 5,6-ДИГИДРОБЕНЗО[4,5]ИМИДАЗО[1,2-*c*]ХИНАЗОЛИНОВ

Градова Е.В.¹, Алексеева В.А.¹, Хасанов А.Ф.², Учускин М.Г.¹, Мендограло Е.Ю.¹

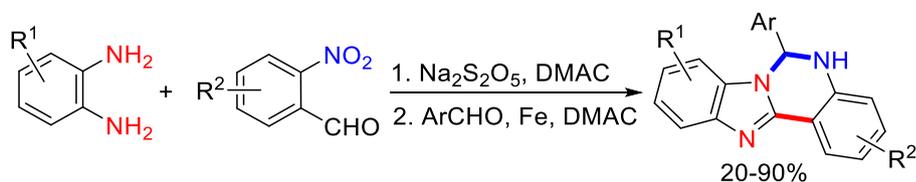
¹Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь

²Уральский федеральный университет, Екатеринбург

ElizavetaGradova@psu.ru

Гетероциклические соединения, содержащие хиназолиновое и бензимидазольное ядро, благодаря комплексу уникальных физико-химических и биологических свойств привлекают особое внимание исследователей в различных областях науки и техники. Было обнаружено, что производные 5,6-дигидробензо[4,5]имидазо[1,2-*c*]хиназолина обладают фотолюминесценцией, что в перспективе может быть использовано для применения таких соединений в медицине и химическом анализе в качестве молекулярных и специфических сенсоров, в электронике при изготовлении органических электролюминесцентных диодов (OLED). Известно, что представители этого класса соединений проявляют широкий спектр биологической активности, в том числе оказывают антимикробное действие [1]. Совокупные особенности имидазо[1,2-*c*]хиназолинов побудили нас разработать эффективный метод их синтеза.

В работе представлен процесс восстановительной циклизации в присутствии порошка железа 2-(2-нитрофенил)-1*H*-бензо[*d*]имидазола, полученного *in situ*, с разнообразными ароматическими альдегидами.



Для целевых полученных соединений зарегистрированы спектры поглощения и люминесценции, исследована антимикробная активность.

Литература

1. Hasan H. A. Synthesis of novel 6-substituted-5,6-dihydrobenzo[4,5]imidazo[1,2-*c*]quinazoline compounds and evaluation of their properties / H. A. Hasan, E. Abdulmalek, T. A. Saleh, M. B. A. Rahman, K. B. Shaari, B. M. Yamin, K. W. Chan // J. Mol. Struct. – 2019. – V. 1193. – P. 482-494.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, проект № 0750-2020-0022.

СИНТЕЗ КОНЬЮГАТОВ ИПИДАКРИНА С ОКСА/АЗАГЕТЕРОЦИКЛАМИ КАК СЕЛЕКТИВНЫХ ИНГИБИТОРОВ БУТИРИЛХОЛИНЭСТЕРАЗЫ

Грищенко М.В.¹, Худина О.Г.¹, Бургарт Я.В.¹, Махаева Г.Ф.², Болтнева Н.П.²,

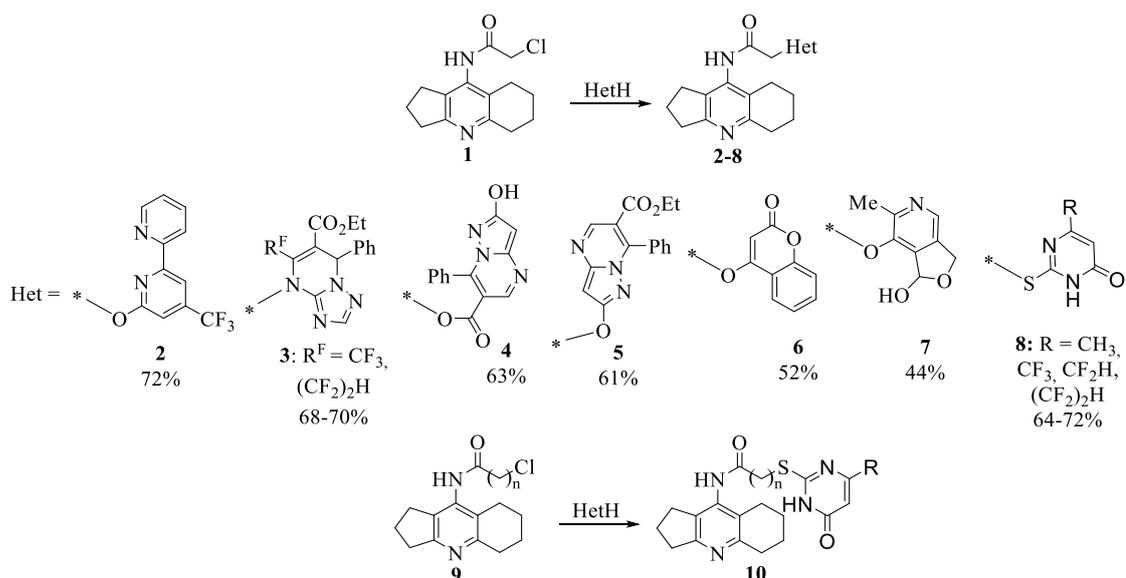
Рудакова Е.В.², Ковалева Н.В.², Салоутин В.И.¹

¹Институт органического синтеза им. И. Я. Постовского, УрО РАН, Екатеринбург,

²Институт физиологически активных веществ ФИЦ ПХФ и МХ РАН, Черноголовка

morozmv@gmail.com

Для терапии болезни Альцгеймера (БА) на поздних стадиях важна разработка селективных ингибиторов бутирилхолинэстеразы (БХЭ). Для решения этой задачи нами изучено алкилирование различных окса/азагетероциклов хлорацетамидом ипидакрина **1**, в результате чего получен ряд конъюгатов **2–8**. Обнаружено, что в случае гетероциклов, содержащих альтернативные нуклеофильные центры, алкилирование протекает хемоселективно. Для соединений **2–5**, **7**, **8** найдена способность ингибировать БХЭ значительно более селективно, чем ипидакрин.



Наиболее перспективными оказались конъюгаты с тиаурацилами **8**, поэтому их ряд был расширен за счет синтеза гибридных соединений **10** с полиметиленовым спейсером. Биологическое тестирование показало, что лидером является конъюгат **10** с n=3, R=(CF₂)₂H, селективный ингибитор БХЭ (IC₅₀ 0.752±0.021 мкМ), обладающий потенциальной возможностью блокировать АХЭ-индуцируемую агрегацию Аβ₄₂, а также отличающийся отсутствием гепатотоксичности в тесте *in vitro* в концентрациях 10⁻⁷–10⁻⁴ М и острой токсичности в дозе 150 мг/кг в опытах *in vivo* на мышах.

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ, проект № 24-63-00016. Благодарим ЦКП ИФАН РАН (FFSG-2024-0021) за предоставление оборудования.

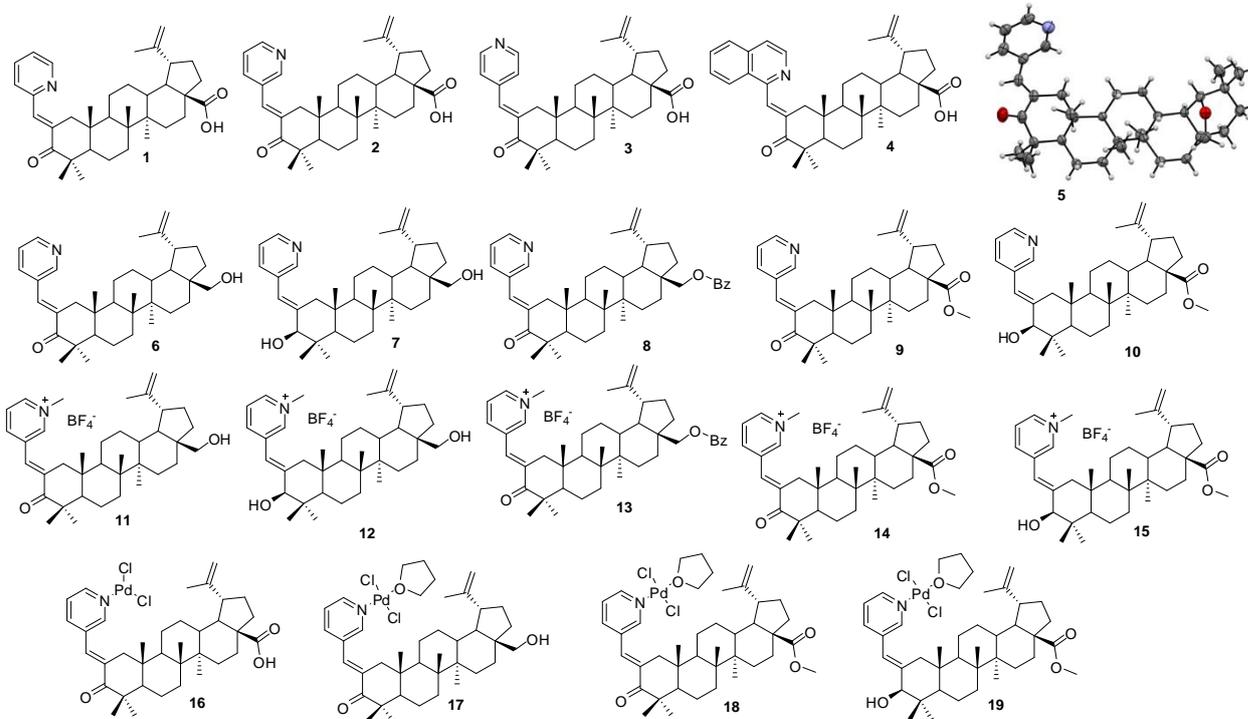
ВЛИЯНИЕ МОДИФИКАЦИЙ ТРИТЕРПЕНОИДНЫХ ЛИГАНДОВ НА ЦИТОТОКСИЧНОСТЬ КОМПЛЕКСОВ Pd(II): СИНТЕЗ, ОЦЕНКА И СТРУКТУРНО-АКТИВНЫЕ ВЗАИМОСВЯЗИ

Денисов М.С., Воронина А.О.

«Институт технической химии УрО РАН» - филиал ПФИЦ УрО РАН, Пермь

denisov.m@itcras.ru

В исследованиях [1-5] было показано, что модификации тритерпеноидных лигандов и их комплексов с Pd(II) способны влиять на цитотоксичность веществ по отношению к раковым клеточным линиям человека. Наиболее активными оказались соединения с изменениями в позициях С-2, С-28 и N пиридинового кольца. В качестве исключения следует отметить соединение **14**, модификации в позиции С-3 лиганда привели к снижению, а в комплексе Pd(II) – повышению цитотоксической активности (уровень IC₅₀ составил 7.21 мкмоль/л на клеточной линии НСТ116 (рак толстой кишки)).



Работа выполнена в рамках государственного задания; номер государственной регистрации темы 12402140012-1.

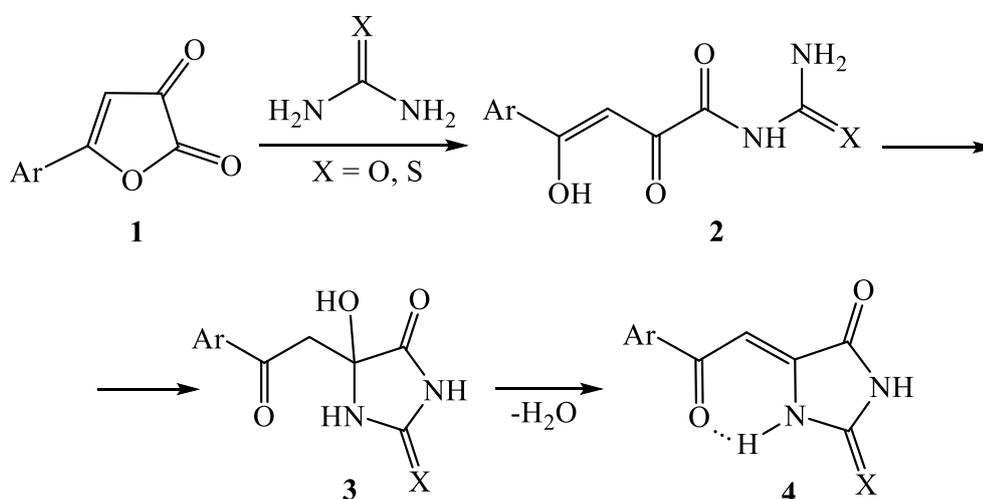
- [1] М.С. Денисов, В.А. Глушков, Изв. АН, Сер. хим., 2020, 69(10), 2013–2016.
- [2] М.С. Денисов, М.В. Дмитриев, О.Н. Гагарских, В.А. Глушков, ХПС, 2022, 58(2), 307–311.
- [3] М.С. Денисов, ЖОХ, 2023, 93(1), 106–112.
- [4] М.С. Денисов, Д.В. Ерошенко, Изв. АН, Сер. хим., 2023, 72(9), 2206–2214.
- [5] М.С. Денисов, А.О. Воронина, О.А. Майорова, ХПС, 2024, в печати

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ФУРАНДИОНОВ С МОЧЕВИНОЙ И ТИОМОЧЕВИНОЙ

Деревнина А.О., Андреева А.А., Масливец А.Н.

ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», Россия, 614990 Пермь, ул. Букирева, 15
derevnina02@mail.ru

При взаимодействии 5-арилфуран-2,3-дионов **1** с мочевиной синтезированы уреиды и тиоуреиды ароилпировиноградных кислот **2**, переходящие в растворе в соответствующие кольчатые формы **3**, которые при нагревании подвергаются дегидратации до имидазолидинонов **4**.



Структура соединений **2** и **4** подтверждена данными РСА.

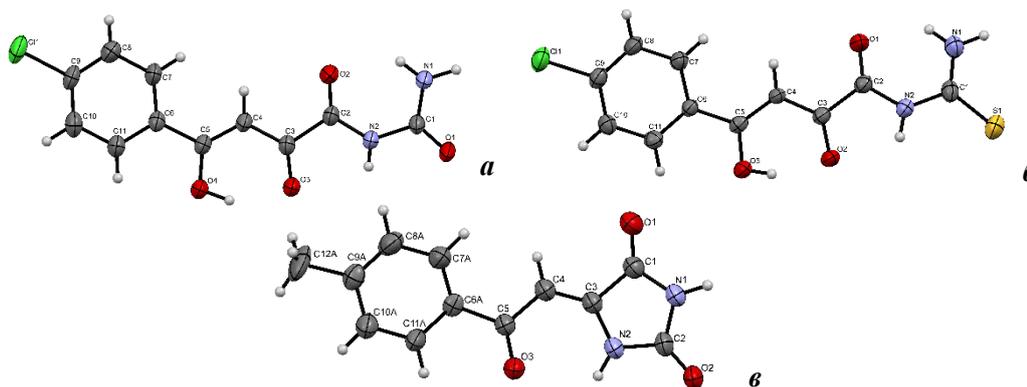


Рисунок 1. Структура соединений **2** (Ar = 4-ClC₆H₄, X = O (а), S (б)) и **4** (Ar = 4-CH₃C₆H₄, X = O (в)) по данным РСА

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ (проект № FSNF-2023-0004).

**ПЕРЕГРУППИРОВКА ТРИТЕРПЕНОВЫХ
1 α -ГИДРОКСИ-2 α ,3 α -ЭПОКСИДОВ В УСЛОВИЯХ КАТАЛИЗА
КИСЛОТАМИ ЛЬЮИСА**

Елхов И. А.¹, Толмачева И.А.², Гришко В.В.²

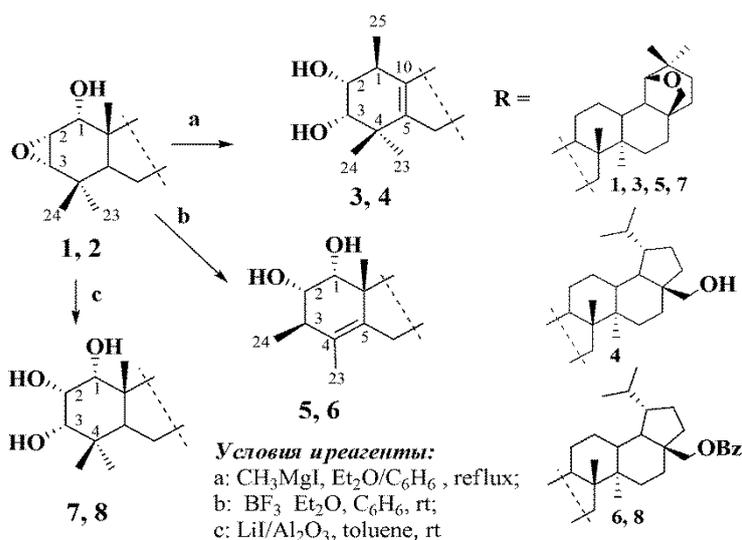
¹Пермский государственный национальный исследовательский университет

²«Институт технической химии УрО РАН» – филиал ПФИЦ УрО РАН, Пермь

tolmair@gmail.com

Полициклические эпоксиды успешно используются в качестве промежуточных продуктов в синтезе новых биологически активных кислородсодержащих производных природных соединений. Особый интерес вызывают катализируемые скелетные перегруппировки эпоксидов в присутствии кислот Льюиса, регио- и стереоселективность которых контролируется с помощью вицинальных по отношению к эпоксиду функциональных групп [1].

Нами исследована кислотнo-катализируемая перегруппировка тритерпеновых



1 α -гидрокси-2 α ,3 α -эпоксидов **1**, **2** [2], регио- и стереоселективность которой зависит от типа используемой кислоты Льюиса. Раскрытие эпоксидов **1**, **2** в присутствии CH_3MgI или $\text{BF}_3 \cdot \text{Et}_2\text{O}$ сопровождалось миграцией метильной группы из положения C^{10} в положение C^1

(**3**, **4**) или из положения C^4 в положение C^3 , (**5**, **6**), соответственно. При этом в обоих случаях проходило депротонирование C^5 . В то же время в условиях гетерогенного катализа 25% $\text{LiI}/\text{Al}_2\text{O}_3$ тритерпеновые 1 α -гидрокси-2 α ,3 α -эпоксиды **1**, **2** образовывали продукты *цис*-диаксиального раскрытия – 1 α ,2 α ,3 α -триолы **7**, **8**.

Работа выполнена в рамках Государственного задания: номер государственной регистрации темы №124021400012-1

Список литературы

5. M. Gouygon, M. Urrutigoity // *Comprehensive Organic Synthesis*. 3 (2014) 757.
6. I. A. Tolmacheva, A. V. Nazarov, M. V. Dmitriev, E. I. Boreko, V. V. Grishko // *Tetrahedron*. 73 (2017) 6448.

2-АРИЛГИДРАЗИНИЛИДЕН-3-ОКСО-3-ПРОПАНОВЫЕ КИСЛОТЫ:

СИНТЕЗ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Елькина Н.А.¹, Щегольков Е.В.¹, Бургарт Я.В.¹, Махаева Г.Ф.², Болтнева Н.П.²,

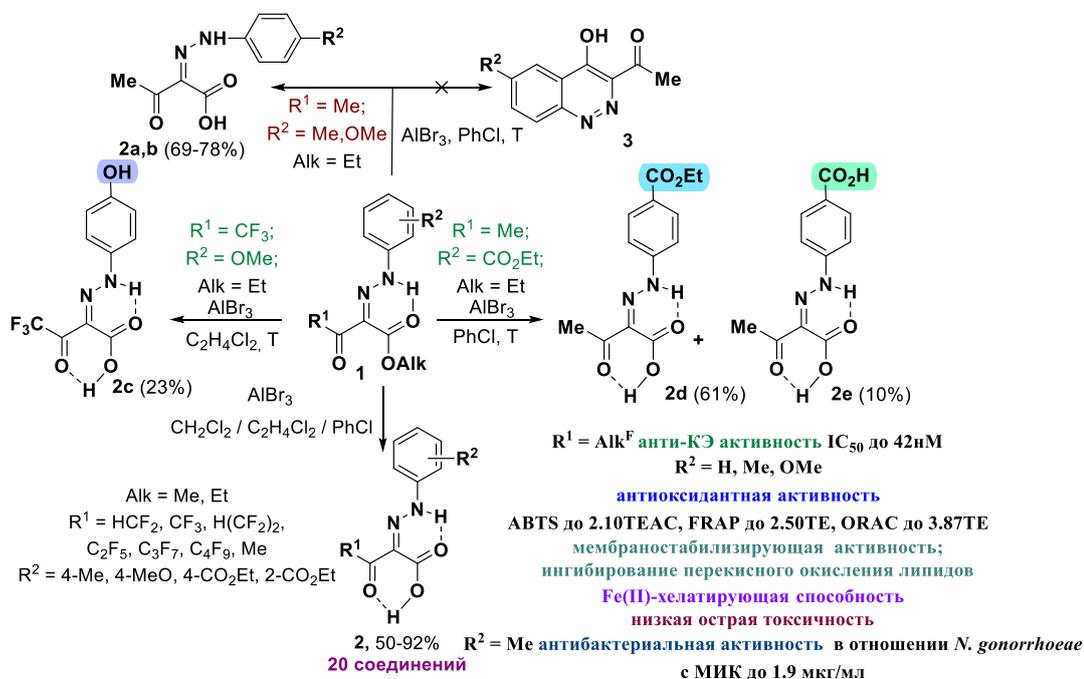
Рудакова Е.В.², Ковалева Н.В.², Салоутин В.И.¹

¹Институт органического синтеза им. И. Я. Постовского, УрО РАН, Екатеринбург,

²Институт физиологически активных веществ ФИЦ ПХФ и МХ РАН, Черноголовка

natali741258@mail.ru

Разработан метод синтеза 2-арилгидразинилиден-3-оксо-3-пропановых кислот **2** путем деалкилирования 2-арилгидразинилиден-3-оксоэфиров **1** под действием AlBr_3 . При этом опровергнуты данные по циклизации нефторированных эфиров **1** ($\text{R}^1 = \text{Me}$, $\text{R}^2 = \text{Me}$, OMe) в 3-ацил-4-гидроксициннолины **3**, так как в этих условиях получены кислоты **2a,b** [1]. Из реакции эфира **1** ($\text{R}^1 = \text{CF}_3$, $\text{R}^2 = \text{OMe}$) выделена кислота **2c** в результате деалкилирования этоксикарбонильного заместителя и метоксигруппы арилгидразонного фрагмента. Деалкилирование эфира **1** ($\text{R}^1 = \text{Me}$, $\text{R}^2 = \text{CO}_2\text{Et}$) привело к образованию двух кислот **2d,e**. В реакциях полифторалкил-3-оксоэфиров **1** подобные процессы не наблюдались. Полученные фторсодержащие кислоты **2** обладали антикарбоксил-эстеразным действием в сочетании с мощной антиоксидантной активностью, тогда как нефторированные аналоги **2a-e** проявили только свойства антиоксидантов.



Литература: 1. O.G. Khudina [et al.]. *Bioorg. Med. Chem. Lett.* 2019. **29**. 126716.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ, проект № 24-63-00016.
Благодарим ЦКП ИФВ РАН (FFSG-2024-0021) за предоставление оборудования.

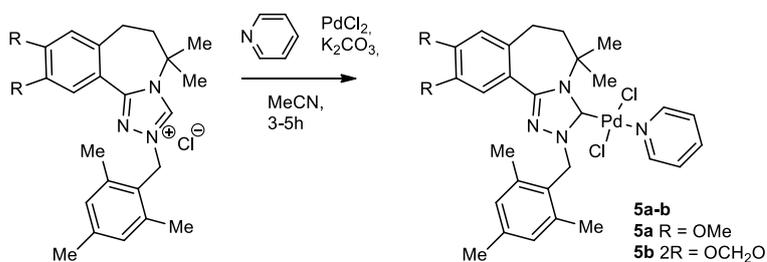
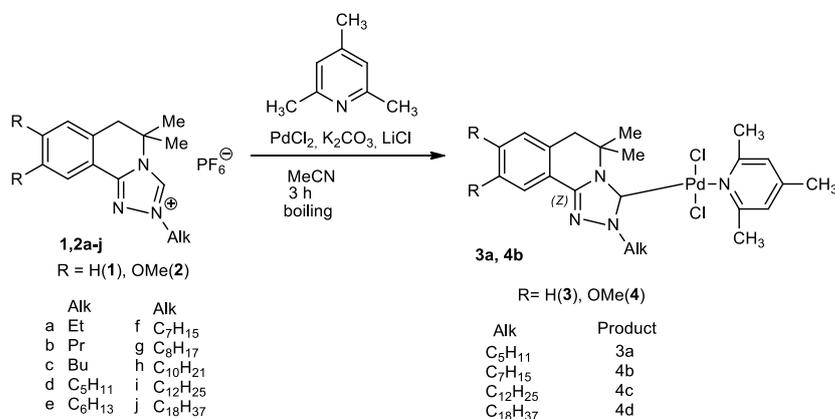
ПОЛУЧЕНИЕ N-ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ КАРБЕНОВЫХ КОМПЛЕКСОВ ПАЛЛАДИЯ(II)

Ермакова Л.С.,¹ Леонтьев Н.О.,² Аракчеев В.В.,² Глушков В.А.^{1,2}

¹ «Институт технической химии УрО РАН» – филиал ПФИЦ УрО РАН, Пермь
glusha55@mail.com

²Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь

Продолжая наши исследования в области N-гетероциклических карбеновых комплексов палладия(II) [1,2], мы синтезировали ряд новых PEPSI-комплексов на основе солей 1,2,4-триазоло[3,4-*a*]изохинолин-2-ия (**3,4**) и бензо[*c*]-1,2,4-триазоло[3,4-*a*]азепин-2-ия (**5**). Комплексы (**3,4**) характеризуются наличием алкильного заместителя у атома N(2):



Строение комплексов подтверждено данными ЯМР ¹H и ¹³C спектров. Синтезированные комплексы отданы для изучения цитотоксического действия.

Работа выполнена в рамках государственного задания, номер государственной регистрации темы 124021400012-1, с использованием оборудования ЦКП «Исследования материалов и вещества» ПФИЦ УрО РАН.

Список литературы

1. В.А. Глушков, Д.Н. Бабенцев, М.В. Дмитриев, И.А. Борисова, М.С. Денисов // Известия АН, сер. хим. 2021. Т. 70. № 1. С. 122.
2. Л.С. Ермакова, В.С. Грачева, О.А. Майорова, М.В. Дмитриев, Ю.А. Белоглазова, В.А. Глушков // Известия АН, Сер. хим. 2024. Т. 73. С. 1072.

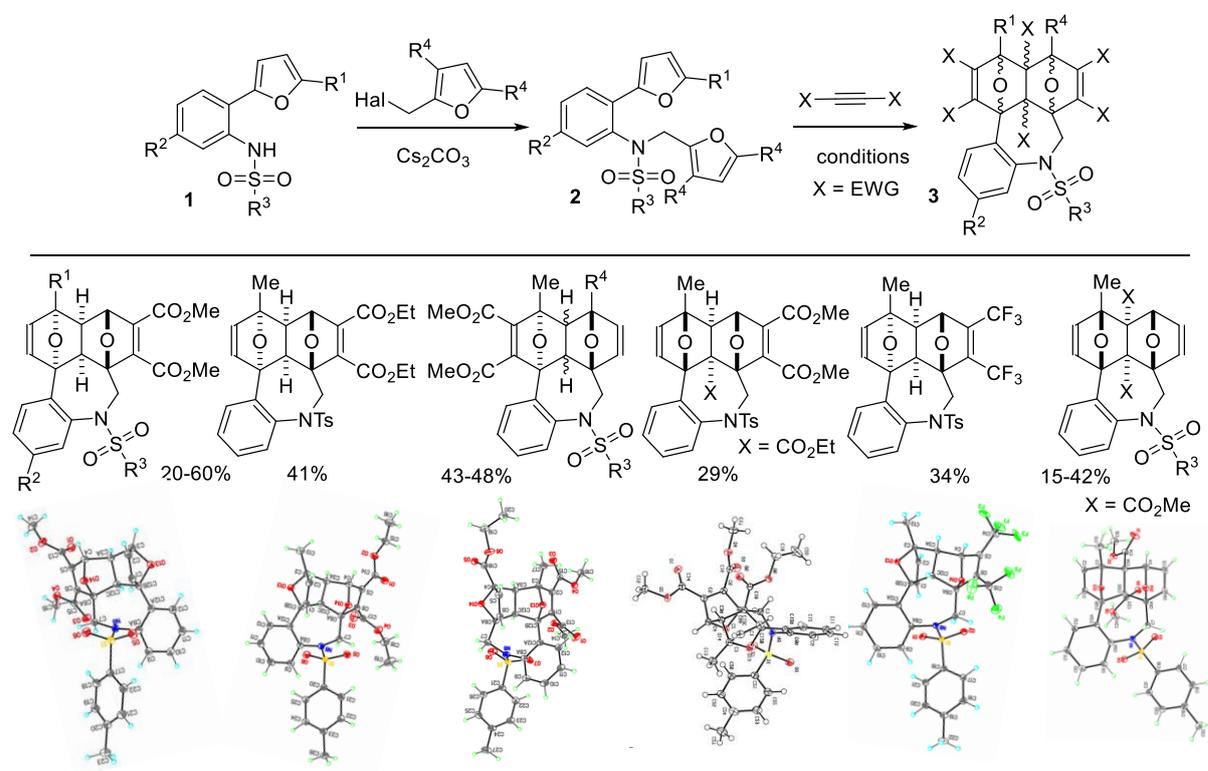
ОСОБЕННОСТИ ЦИКЛОПРИСОЕДИНЕНИЯ ЭЛЕКТРОНОДЕФИЦИТНЫХ АЛКИНОВ К БИС-ФУРИЛАНИЛИНАМ

Зайцев В.П., Буркин Г.М., Аннадурдыева С., Зубков Ф.И.

Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, Москва

vzaitsev@sci.pfu.edu.ru

Настоящее сообщение является продолжением исследований в области двойного [4+2] циклоприсоединения в бис-фуранах с электронодефицитными алкинами в условиях кинетического и термодинамического контроля^{1,2}. Коллективом авторов планировалось установить границы применимости реакции тандемного циклоприсоединения к бис-фуриланилинам **2**, очертив круг возможных диенофилов и подобрать оптимальные условия для проведения реакции циклоприсоединения.



R¹ = H, Me; R² = H, Me, Cl, Br; R³ = Ph, *m*- or *p*-(Alk, Hal, CF₃, CN, NO₂)C₆H₄; R⁴ = H, Ar, Hal, CO₂Et

Механизм взаимодействия бис-фуранов **2** с алкинами совпадает с данными опубликованными ранее^{1,2} и приводит к образованию аддуктов **3** по типу *домино*, но отличается взаимным *транс*-расположением эпоксидных фрагментов. При проведении реакции в гипербарическом реакторе (10 кбар) образуются продукты типа *пинцет*.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ, проект № 23-43-10024.

1. Borisova K., Zubkov F., Nikitina E. et al. *Chem. Commun.*, 2018, **54**, 2850.
2. Borisova K.K., Kvyatkovskaya E.A., Nikitina E.V. et al. *J. Org. Chem.*, 2018, **83**, 4840.

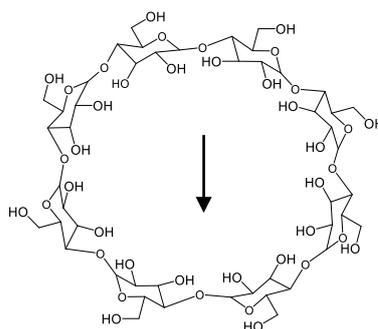
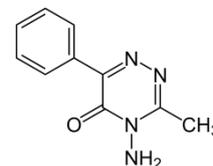
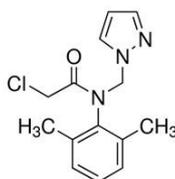
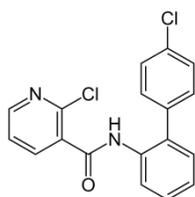
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ γ - ЦИКЛОДЕКСТРИНА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ РАСТВОРИМОСТИ ПЛОХО РАСТВОРИМЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Захарова А.Д., Даровских А.В., Михайлов Ю.М.

Федеральный исследовательский центр Проблем химической физики и медицинской
химии РАН, Черноголовка, Россия
alisa_zakharova_01@bk.ru

Циклодекстрины – производные крахмала, биоразлагаемые и безопасные для окружающей среды соединения с общей формулой $[C_6H_7O_2(OH)_3]_n$. Циклодекстрины имеют форму полого усеченного конуса, внутренняя полость которого гидрофобна, а внешняя - гидрофильна. Из наиболее доступных γ -циклодекстринов ($n=8$) обладает большей полостью и более высокой растворимостью в воде по сравнению с α - и β -циклодекстринами ($n=6$ и 7 , соответственно). Это позволяет использовать γ -циклодекстрин для инкапсуляции и образования комплексов включения с более крупными молекулами.

Многие пестициды плохо растворимы в воде, что ограничивает их эффективность и требует использования органических растворителей. Повысить растворимость пестицидов можно, например, путем включения их в полость γ -циклодекстрина.



Возможность получения комплексов включения на основе
 γ -циклодекстрина с плохо растворимыми в воде соединениями для повышения их
доступности при использовании

Работа выполнена по теме Государственного задания №. 124020100045-5

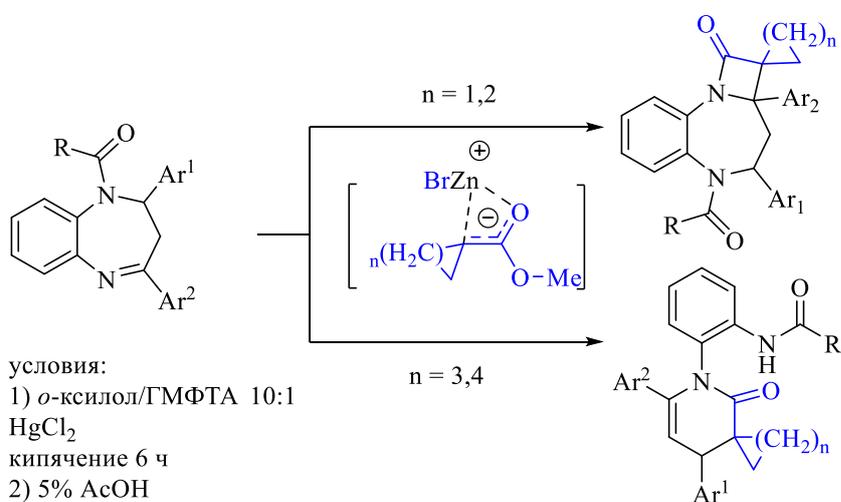
ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРОИЗВОДНЫХ 2,4-ДИФЕНИЛ-2,3-ДИГИДРО-1H-1,5-БЕНЗОДИАЗЕПИНОВ С АЛИЦИКЛИЧЕСКИМИ РЕАКТИВАМИ РЕФОРМАТСКОГО

Зверев Д.П., Никифорова Е.А., Ракитина Н.Д.

Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь
mitia.zwerev@ya.ru

Ранее нами было установлено, что алициклические реактивы Реформатского, полученные из метил 1-бромциклогексан- и 1-бромциклопентанкарбоксилата, реагируют с 1-ароил-2,4-диарил-2,3-дигидро-1H-1,5-бензодиазепинами с раскрытием бензодиазепинового цикла и образованием спиро- δ -лактамного цикла [1].

Предположив, что образование ожидаемого β -лактамного цикла не произошло из-за объемных алициклических фрагментов, было исследовано взаимодействие 1-ароил/ацетил-2,4-диарил-2,3-дигидро-1H-1,5-бензодиазепинов с реактивами Реформатского, полученных из метил 1-бромциклопропан- и 1-бромциклобутанкарбоксилатов. В результате было установлено, что реакция протекает по иному пути, а именно с образованием спиро- β -лактамных производных 1,5-бензодиазепина:



[1] Nikiforova, E.A., Zverev, D.P., Dmitriev, M.V. *et al.* Reactions of 1-benzoyl-2,4-diphenyl-2,3-dihydro-1H-1,5-benzodiazepine with alicyclic Reformatsky reagents. *Chem Heterocycl Comp* **57**, 92–94 (2021). DOI 10.1007/s10593-021-02872-z.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, проект № 0750-2020-0022.

ГИБРИДНЫЕ ОРГАНО-НЕОРГАНИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ ГЕМИН/ЦИНКОВЫЙ ПОРФИРИН — ГЕКСАМОЛИБДЕНОНИКЕЛАТ НАТРИЯ: ПОЛУЧЕНИЕ, ФОТОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Клименко И.В.1, Лобанов А.В.1,2, Китушина Е.В.1,2

¹ФГБУН Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля

Российской академии наук, Москва

²ФГБОУ ВО «Московский педагогический государственный университет», Москва

inna@deom.chph.ras.ru

В настоящей работе рассмотрена возможность использования кристаллогидрата гексамолибденоникелата натрия $\text{Na}_4[\text{Ni}(\text{OH})_6\text{Mo}_6\text{O}_{18}] \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ (ГМН) в качестве наноразмерных анионов гетерополисоединений (ГПС), способных образовывать в водных и физиологических растворах гибридные комплексы с тетрапирролами.

Образование органо-неорганических структур на основе ГМН и металлопорфиринов, исследование процесса взаимодействия компонентов гибридной системы, а также определение влияния жидкой среды на процесс образования гибридов было исследовано спектральными методами. Показано, что обнаруженные различия в спектральном поведении двух металлопорфиринов (гемин и $\text{Zn}(\text{II})$ -комплекс тетра(4-пиридил)порфирина (ZnTPP)) при взаимодействии с ГПС связаны с различиями в структуре данных порфиринов. В электронных спектрах поглощения проявляется либо трансформация полос, характерных для поглощения порфиринов, либо обнаруживаются новые полосы, свидетельствующие об образовании гибридных органо-неорганических комплексов. Для ZnTPP также наблюдается тушение флуоресценции, преимущественно статического типа, что также указывает на образование гибридных комплексов.

Произведена оценка способности связывания системы ZnTPP - ГМН, а также оценка стабильности полученного гибридного комплекса. Для системы ZnTPP - ГМН рассчитаны константы Штерна - Фольмера K_{sv} , бимолекулярная константа скорости тушения k_q и константа связывания k_b , значения которых подтверждают взаимодействие ZnTPP с неорганическим ГПС, которое проявляется в стабилизации порфириновых молекул и изменении их спектральных характеристик.

Исследование выполнено в рамках Госзадания ИБХФ РАН (№ гос. регистрации 122041400110-4)

ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПЛЕКСОВ НА ОСНОВЕ МЕТАЛЛФТАЛОЦИАНИНОВ И БЕСКИСЛОРОДНОГО ГРАФЕНА

Клименко И.В.¹, Трусова Е.А.², Лобанов А.В.^{1,3}

¹ФГБУН Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля

Российской академии наук, Москва

²ФГБУН Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова

Российской академии наук, Москва

³ФГБОУ ВО «Московский педагогический государственный университет», Москва

inna@deom.chph.ras.ru

В настоящей работе получены в водно-органической среде и изучены методом оптического поглощения две гибридные системы на основе фталоцианинов алюминия (AlClФЦ) и цинка (ZnФЦ). В качестве органического растворителя использовали N,N-диметилформамид (ДМФА).

Графенсодержащие комплексы получали при титровании 2 мл раствора AlClФЦ и ZnФЦ в ДМФА разных концентраций суспензией графена в смеси ДМФА-вода (0÷2 мл, $C_{\text{ДМФА}}=4.7\%$ об.). Показано, что присутствие бескислородного графена препятствует агрегации фталоцианинов (ФЦ) в водной среде и способствует их стабилизации в мономерной форме. Уменьшение интенсивности и сдвиг в длинноволновую область линий ~640–650 нм, отвечающих за наличие H-агрегатов в системе, является признаком увеличения расстояния между молекулами в H-агрегатах и, следовательно, частичном разделении агрегатов в присутствии графена, изначально образуемых ФЦ за счет дисперсионных взаимодействий между ароматическими системами. Изменения в области В-полосы при титровании суспензией графена связаны с образованием комплексов AlClФЦ – графен и ZnФЦ– графен. Появление изобестических точек в области 323-330 нм в спектрах оптического поглощения гибридных систем является критерием образования продуктов прямого присоединения молекул ФЦ к графену. Оценены значения констант связывания комплексов ($K_b=1.4 \cdot 10^{10} \div 2 \cdot 10^{11}$ л/моль для ZnФЦ– графен и $K_b = 1.8 \cdot 10^3 \div 4 \cdot 10^3$ л/моль для AlClФЦ – графен), подтверждающие сильное связывание ФЦ с частицами графена в бинарном растворе ДМФА-вода.

Исследование выполнено в рамках Госзадания ИБХФ РАН (№ гос. регистрации 122041400110-4)

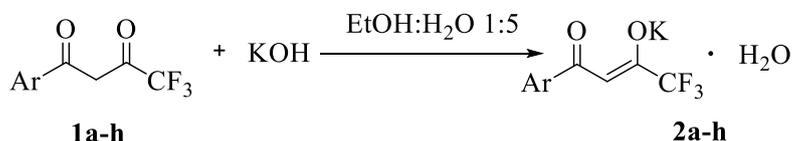
СИНТЕЗ МОНОГИДРАТОВ КАЛИЕВЫХ СОЛЕЙ 1-АРИЛ 4,4,4-ТРИФТОРБУТАН-1,3-ДИОНОВ И ИХ ПРОТИВОМИКРОБНАЯ АКТИВНОСТЬ

Козлова Е.П., Лисовенко Н.Ю., Баландина С.Ю., Кондрашов И.А.

ФГАОУ ВО ПГНИУ, Пермь

lisovn@mail.ru

Фторсодержащие 1,3-дикетоны, а так же их производные, обладают широким спектром биологической активности. Ранее нами было показано, что натриевые и серебряные соли 1-замещенных 4,4,4-трифторбутан-1,3-дионов обладают противомикробной и анальгетической активностями [1,2]. Поэтому в продолжение наших исследований нами были получены моногидраты калиевых солей 1-арил 4,4,4-трифторбутан-1,3-дионов **2a-h** и проведен их скрининг на противомикробную активность.



1,2: Ar = C₆H₅ (**a**), 4-Me-C₆H₄ (**b**), 4-MeO-C₆H₄ (**c**), 4-F-C₆H₄ (**d**), 4-Cl-C₆H₄ (**e**), 4-Br-C₆H₄ (**f**), 4-NO₂-C₆H₄ (**g**), 2-тиенил (**h**)

Противомикробный скрининг соединений **2a-h** показал, что все они обладают противомикробным действием в отношении культур *S. aureus*, *E. coli*, *C. albicans*. Выраженный противомикробный эффект проявили соединения **2d-g**. Соединения **2e,f** обладают бактериостатическим действием в концентрации 2.0 мкг/мл в отношении бактерий *S. aureus*, бактерицидное действие наступает от воздействия концентрации в 7.8-15.6 мкг/мл, что активнее препарата сравнения в несколько раз. Подавление роста культур *E. coli* и *C. albicans* наступает в концентрациях 3.9-15.6 мкг/мл, гибель культур - в концентрации 15.6–62.5 мкг/мл.

Таким образом, калиевые соли 1-арил-4,4,4-трифторбутан-1,3-дионов **2a-h** могут найти применение в дальнейшем в медицине, сельском хозяйстве и ветеринарии.

Библиографический список

1. Kozlova E. P., Balandina S. Yu., Makhmudov R. R., Lisovenko N. Yu. // Russ. J. Gen. Chem. 2024. Vol. 94. №5. pp. 1019-1023; doi 10.1134/S1070363224050013
2. Козлова Е.П., Баландина С.Ю., Махмудов Р.Р., Лисовенко Н.Ю. // Эксперим. и клин. фармакол. 2023. Т. 86. N. 10. с. 38–42; doi: 10.30906/0869-2092-2023-86-9-38-42

СИНТЕЗ НОВЫХ АРИЛПРОИЗВОДНЫХ ИЗОБОРНИЛФЕНОЛОВ

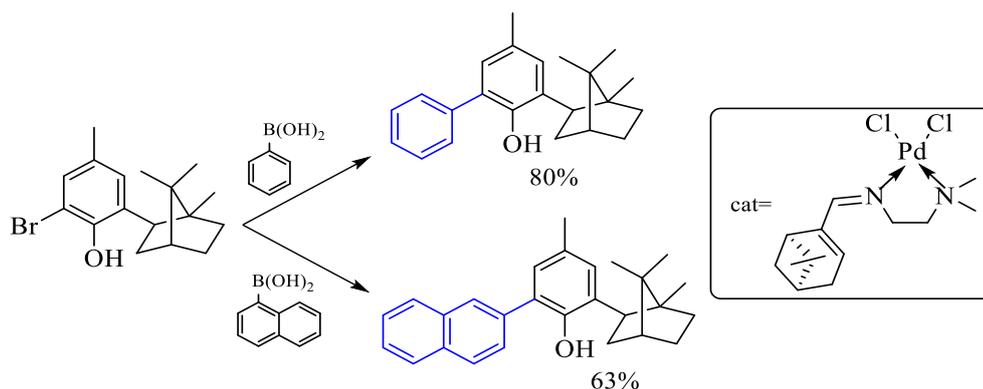
Колегова Т.А., Гурьева Я.А., Чукичева И.Ю., Залевская О.А.

Институт химии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

tatyana.kolegova.89@mail.ru

Замещенные фенолы, к числу которых относятся изоборнилфенолы, являются лидерами среди современных ингибиторов свободнорадикального окисления органических и биоорганических субстратов. Одним из наиболее перспективных направлений в совершенствовании фенольных антиоксидантов, является введение в их структуру дополнительных функциональных групп, что может расширить область применения. Нами синтезированы бромпроизводные изоборнилфенолов [Т.А. Колегова, И.Ю. Чукичева и др. // Журнал общей химии. 2023. Т. 93. № 8. С. 1190], которые далее использовались в качестве исходных субстратов для получения новых арилзамещенных изоборнилфенолов. Реакция Сузуки-Мияуры один из наиболее эффективных методов получения биариллов или замещенных ароматических структур, которые являются основой биологически активных соединений.

Кросс-сочетание бромпроизводных с фенол- и нафтилборными кислотами проводили в условиях палладий-катализируемой реакции Сузуки. В качестве катализаторов использовали комплексы палладия с терпеновыми *N*-донорными лигандами [Y. A. Gur'eva, P. A. Slepukhin, A.V. Kuchin // Inorganica Chimica Acta. 2019. Vol. 486. P. 602]. Установлено, что наиболее эффективным катализатором является хелатный комплекс палладия, полученный на основе имина миртеналя. Выход биариллов при этом достигает 80%. В качестве примера приведен наиболее оптимальный вариант изученных реакций:



Реагенты и условия: бромфенол: борная кислота (1:2); cat 5 моль %, K_3PO_4 5 моль, толуол, 110 °С, 24 ч.

Работа выполняется при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (гос. задание № 122040600073-3).

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЛЕКСОВ ПОЛУСИНТЕТИЧЕСКОГО ТРИТЕРПЕНОИДА С ЦИКЛОДЕКСТРИНАМИ

Конин И.С.^{1,2}, Галайко Н.В.¹, Гришко В.В.¹

¹«Институт технической химии УрО РАН» – филиал ПФИЦ УрО РАН, Пермь

²Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь

natagalaiko@gmail.com

Общая проблема внедрения тритерпеноидов в медицинскую практику – их низкая растворимость в воде и, как следствие, низкая биодоступность. Комплексообразование с циклодекстринами – один из перспективных и широко используемых методов повышения растворимости гидрофобных агентов, включая терпеноиды.

В настоящей работе изучена возможность получения комплексов включения цитотоксичного 2'-метилизоксазола[4',5'-b]-19 β ,28-эпокси-18 α H-олеан-1-она **1** [1] с четырьмя циклодекстринами (ЦД **2-5**, рис. 1) методом замешивания в молярном соотношении 1:2.

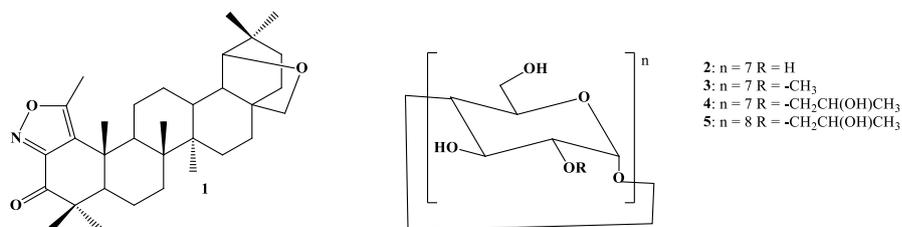


Рисунок 1 – структура олеананового метилизоксазола и циклодекстринов.

Образование ЦД-комплексов подтверждено методами ТГА и ИК-спектроскопии. В ходе эксперимента по определению стехиометрии взаимодействия ЦД с тритерпеноидом по методу Джобса [2] установлено, что ЦД-комплексы образуются в соотношении 1:1. Наилучшей растворимостью согласно методике [3] обладают комплексы на основе 2-гидроксипропил- β -циклодекстрина **4** и 2-гидроксипропил- γ -циклодекстрина **5**.

Работа выполнена в рамках Государственного задания: номер государственной регистрации темы №124021400012-1

Список литературы

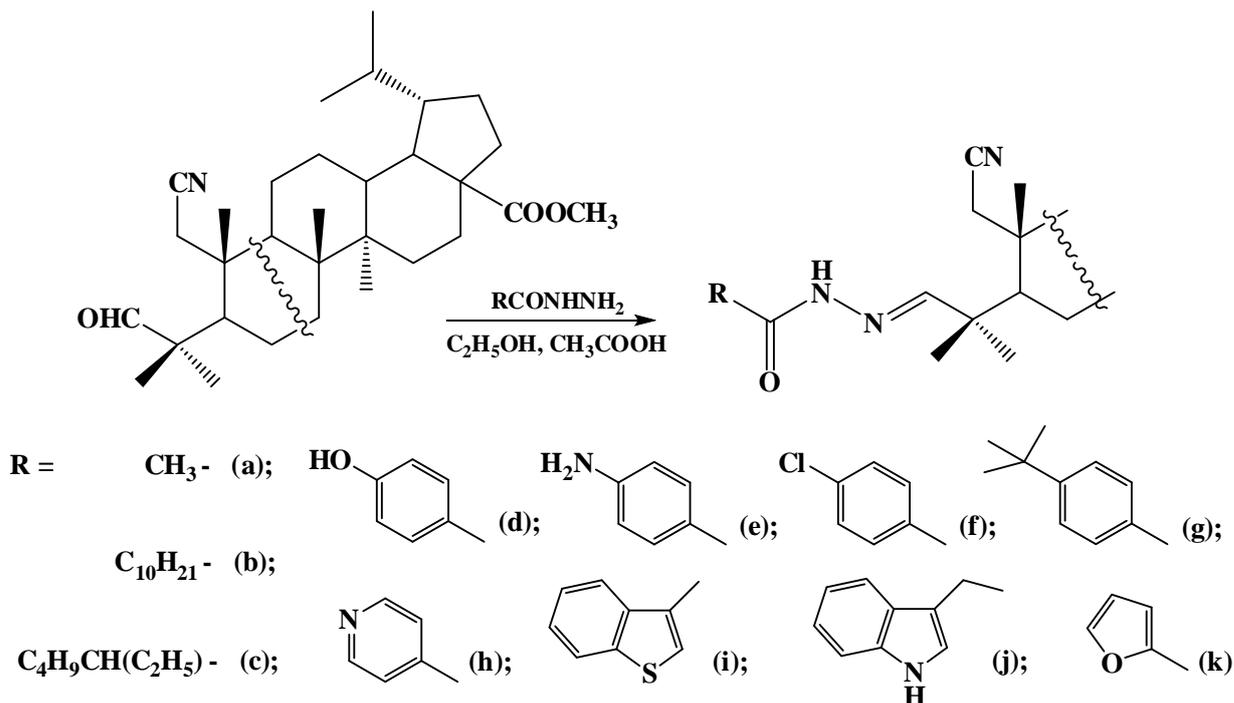
1. N.V. Galaiko, A.V. Nazarov, I.A. Tolmacheva, P.A. Slepukhin, Yu.B. Vikharev, O.A. Maiorova, V.V. Grishko // *Chem. Heterocycl.* 50 (2014) 65.
2. L. Sbârcea, A. Ledeti, L. Udrescu, R. Văruț, P. Barvinschi, G. Vlase, I. Ledeti // *J. Therm.* 138 (2019) 2787.
3. H.J. Jeong, H.B. Chai, S.Y. Park, D.S.H.L Kim // *Bioorg. Med. Chem. Lett.* 9 (1999) 1201.

СИНТЕЗ 2,3-СЕКО-ТРИТЕРПЕНОВЫХ ГИДРАЗОНОВ МЕТИЛОВОГО ЭФИРА ДИГИДРОБЕТУЛОНОВОЙ КИСЛОТЫ

Крайнова Г.Ф., Гришко В.В.

«Институт технической химии УрО РАН» – филиал ПФИЦ УрО РАН, Пермь
gulja.perm@mail.ru

Известно, что полусинтетические 2,3-секо-лупановые и 2,3-секо-олеанановые С3 гидразоны эффективно подавляют репликацию вируса везикулярного стоматита [1], а продукты их гетероциклизации проявляют выраженные цитотоксические свойства [2].



В настоящей работе взаимодействием метилового эфира 1-циано-2,3-секо-2-норлуп-3-аль-28-овой кислоты [3] с замещенными гидразинами в этаноле в присутствии каталитических количеств ледяной уксусной кислоты с выходом 72-95% синтезированы новые гидразоны лупанового типа с изопропильным фрагментом.

Работа выполнена при финансовой поддержке Госзадания № 124021400012-1.

1. N.V.Galayko, I.A.Tolmacheva, V.V.Grishko, L.V.Volkova, E.N.Perevozchikova, S.A.Pestereva // *Russ. J. Bioorg.* 36 (2010) 516.
2. V.V.Grishko, I.A.Tolmacheva, N.V.Galayko, A.V. Pereslavceva, L.V. Anikina, L.V. Volkova, B.A. Bachmetyev, P.A. Slepukhin // *Eur. J. Med. Chem.* 68 (2013) 203.
3. G.F. Krainova, O.N. Gagarskikh, V.V. Grishko // *Chem. Nat. Compd.* 58 (2022) 693.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА МАССОВОГО БАЛАНСА ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ЧИСТОТЫ АМИНОКИСЛОТ

Крашенинина М.П.

*Уральский научно-исследовательский институт метрологии – филиал
ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии имени*

Д.И. Менделеева», Екатеринбург

krasheninina_m@uniim.ru

Важнейшим показателем качества пищевой продукции, а также ряда фармацевтических препаратов является аминокислотный состав. Обязательные требования к анализу аминокислотного состава установлены в ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки», ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств», ТР ТС 027/2012 «О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания», ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции». Стандартизованные методики измерений аминокислотного состава основаны на различных физико-химических методах анализа: хроматография, капиллярный электрофорез, спектрофотометрия – все методы требуют предварительной градуировки по чистым аминокислотам. В связи с этим, актуальной является задача определение чистоты (массовой доли основного компонента) отдельных аминокислот.

Одним из подходов по определению чистоты органических соединений являются метод массового баланса или «сто минус сумма примесей», который подразумевает определение четырех видов примесей: содержание примесей, схожих по строению (родственных примесей), неорганических примесей (суммарное содержание металлов), воды, а также летучих примесей, отличных от воды.

В настоящей работе для определения примесей схожих по строению использован метод высокоэффективной жидкостной хроматографии с диодно-матричным детектором; для определения неорганических примесей (суммарное содержание металлов) использована масс-спектрометрия индуктивно-связанной плазмой; для определения легколетучих компонентов использован метод газовой хроматографии; для определения содержания воды использовано титрование по методу Карла Фишера.

Отдельные аминокислоты с установленным значением массовой доли основного компонента могут быть использованы для построения градуировочных зависимостей при реализации стандартизованных методик измерений по ГОСТ 32195, ГОСТ 34142.

ОПЫТ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАССОВОЙ ДОЛИ ВОДЫ В СЛОЖНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВАХ

Крашенинина М.П., Голынец О.С., Макарова С.Г, Шохина О.С.

*Уральский научно-исследовательский институт метрологии – филиал
ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии имени
Д.И. Менделеева», Екатеринбург
krasheninina_m@uniim.ru*

В соответствии с Государственной фармакопеей Российской Федерации (ГФ РФ) для подавляющего количества фармацевтических субстанций, представляющих собой в большинстве случаев сложные органические вещества, определение воды является обязательной частью контрольных испытаний.

Регламентированные в ГФ РФ методы измерений содержания воды (термогравиметрия, титрование по методу Карла Фишера) ограничены в применении и не всегда дают достоверные результаты.

К недостаткам метода титрования по Карлу Фишеру можно отнести необходимость использования специальных дорогостоящих реагентов и требование к значительному количеству исследуемого образца. Кроме того, возможно наличие побочных реакций компонентов исследуемой пробы, вступающих в реакцию с составляющими реактива Карла Фишера. Учитывая ограничения традиционных методов титриметрии, метод газовой хроматографии с детектором по теплопроводности является актуальным и перспективным методом для определения массовой доли воды в сложных органических веществах.

Работа посвящена разработке методики измерений массовой доли воды в фармацевтических субстанциях методом газовой хроматографии с детектором по теплопроводности. Работы выполнены на субстанции – доксициклин. Количественное определение воды проводится с использованием этанола в качестве внутреннего стандарта. Применение метода внутреннего стандарта в хроматографии позволяет уменьшить разброс результатов измерений за счет сравнения не просто площадей пиков, а отношения этих площадей, что позволяет проводить измерений в условиях нестабильных откликов детектора, ошибок ввода пробы и потерь вещества. Наличие таких ошибок возможно при работе с органическими растворителями при приготовлении проб для анализа в связи с высокой летучестью исходных компонентов.

Альтернативный подход сможет быть использован для определения массовой доли воды в сложных органических веществах.

СИНТЕЗ И АНТИОКСИДТЕЛЬНОЕ ДЕЙСТВТЕ НЕКОТОРЫХ ТНОБЕНЗАМТДОВ

Кулиев Ф.А., Багирзаде Г.А., Абдуллаева Ф.А.

Азербайджанский медицинский университет, Баку

fguliyev@mail.ru

Серосодержащие соединения находят широкое применение в разных отраслях промышленности, в частности в качестве антиокислительных присадок к смазочным маслам [1]. Классические антиокислители – алкилированные фенолы и ароматические амины, эффективно обрывают окислительные цепи, подавляя рост пероксидных радикалов. Серосодержащие соединения – сульфиды, дисульфиды, ксантогенаты, тноамиды карбоновых кислот тормозят окисление путем разрушения образующихся гидропероксидов по ионному механизму [2]. Данное исследование было посвящено синтезу и изучению антиокислительного действия N, N-дибутилтиобензамида $C_6H_5C(S)N(C_4H_9)_2$, который легко синтезируется по реакции бензальдегида, серы и дибутиламина. Было изучено влияние температуры и продолжительности реакции на выход тиобензамида. Установлено, что наибольший выход тиобензамида наблюдается при температурах 100-105⁰С и продолжительности реакции 5-6 часов. Антиокислительное действие тиобензамида было изучено при автоокислении модельного углеводорода - изопропилбензола при температуре 110⁰С. Концентрации ингибитора варьировали в диапазоне $1 \cdot 10^{-4} - 6 \cdot 10^{-4}$ моль/л. В начале наблюдается небольшой проокислительный эффект. Через некоторое время скорость окисления существенно снижается по сравнению со скоростью автоокисления без ингибиторов. Наблюдаемый вначале проокислительный эффект объясняется результатом взаимодействия тиобензамида с кумилпероксидными радикалами (RO_2) и гидропероксидом кумила ($ROOH$), которые протекают по гомолитическому механизму: $RO_2 + InH \rightarrow$ свободные радикалы и $ROOH + InH \rightarrow$ свободные радикалы. В дальнейшем по мере накопления гидропероксида кумила наблюдается эффективное торможение процесса окисления. Наблюдаемое объясняется «вторичным» тормозящим действием продуктов окислительных превращений тиобензамида, то есть ионным распадом гидропероксида кумила.

Литература

1. Фарзалиев В.М., Исмаилова Н.Д., Мусаева М.Э. *Присадки к смазочным маслам*. Баку: Элм. 2009. 232 с.
2. Кулиев Ф.А., Багирзаде Г.А. *Сборник тез докл. V Международной конференции «Техническая химия. От теории к практике»*. Пермь. 2016. С. 99.

НЕКОТОРЫЕ КСАНТОГЕНАТЫ КАК АКЦЕПТОРЫ ПЕРОКСИДНЫХ РАДИКАЛОВ

Кулиев Ф.А., Багирзаде Г.А., Абдуллаева Ф.А.

Азербайджанский медицинский университет, Баку

fguliyev@mail.ru

Дитиокарбонильные соединения, в частности ксантогенаты широко применяются в качестве присадок к смазочным маслам [1]. Их антиокислительное действие в основном обусловлено способностью ингибировать окисление углеводородов благодаря реакции с образующимися гидропероксидами, протекающее по ионно-каталитическому механизму [2]. При этом было установлено, что этот процесс протекает не под влиянием исходных тиокарбониллов, а имеющий кислый характер продуктов их окислительных превращений.

В данном исследовании нами была изучена активность двух ксантогенатов

$K_1 - (\text{CH}_3)_3\text{C}_6\text{H}_2\text{CH}_2\text{-S-C(S)OC}_2\text{H}_5 - \text{S} - (2,4,6 \text{ триметилбензил}) - \text{O} - \text{этилксантогенат}$

$K_2 - (\text{CH}_3)_3\text{C}_6\text{H}_2\text{CH}_2\text{-S-C(S)OC}_6\text{H}_{13} - \text{S} - (2,4,6 \text{ триметилбензил}) - \text{O} - \text{гексилксантогенат}$

Антиокислительная активность K_1 и K_2 исследовалась при инициированном окислении кумола (333 К) и рассчитывалась по формуле $f k_7 = k_2 [\text{RH}] V_i / (V_{\text{O}_2} - V_i + V_{\text{N}_2}) \cdot [\text{InH}]$

где

f – стехиометрический коэффициент;

k_7 – константа скорости реакции $\text{InH} - \text{ROO}^\cdot$;

k_2 – константа скорости реакции продолжения цепи;

$[\text{RH}]$ – концентрация кумола;

V_i – скорость инициирования;

V_{O_2} – начальная скорость окисления;

V_{N_2} – поправка на газовыделение инициатора;

Изучение способности K_1 и K_2 обрывать цепи окисления показало, что они эффективно тормозят процесс $K_1 - f k_7 = 1,3 \cdot 10^3 \text{ л/моль}\cdot\text{с}$;

$K_2 - f k_7 = 0,9 \cdot 10^3 \text{ л/моль}\cdot\text{с}$;

Полученные данные сопоставимы с таковыми для промышленных антиоксидантов.

Литература

1. Фарзалиев В.М., Исмаилова Н.Д., Мусаева М.Э. *Присадки к смазочным маслам*. Баку: Элм. 2009. 232 с.
2. Кулиев Ф.А., Багирзаде Г.А. *Сборник тез докл. V Международной конференции «Техническая химия. От теории к практике»*. Пермь. 2016. С. 99.

ФЕНИЛТИОАЦЕТОАМИДЫ КАК АКЦЕПТОРЫ ПЕРОКСИДНЫХ РАДИКАЛОВ

Кулиев Ф.А., Багирзаде Г.А., Гулиева О.М.

Азербайджанский медицинский университет, Баку

fguliyev@mail.ru

Тиоамиды ароматических карбоновых кислот находят широкое применение в качестве присадок к смазочным маслам [1]. Отличительной положительной чертой фенилтиоацетоамидов является лёгкость их синтеза по реакции Вильгеродта-Киндлера (производные ацетофенона, сера и амины). Ранее нами были изучены ингибирующие свойства тиоамидов по реакции с гидропероксидом кумола и установлено, что реакция протекает по ионно-каталитическому механизму[2]. Целью данного исследования являлось изучение антиокислительных свойств двух фенилтиоацетоамидов по реакции с кумилпероксидными радикалами при инициированном АИБН (азоизобутиронитрил) окислении кумола (333 К). В качестве объектов были выбраны T_1 и T_2 .

T_1 – $C_6H_5CH_2C(S)N(C_2H_5)_2$ – N, N –диэтилфенилтиоацетоамид

T_2 – $C_6H_5CH_2C(S)N(C_4H_9)_2$ – N,N –дибутилфенилтиоацетоамид

Кинетические параметры реакции T_1 и T_2 с кумилпероксидными радикалами рассчитывались по уравнению $f_{k_7} = k_2[RH]V_i / (V_{O_2} - V_i + V_{N_2}) \cdot [InH]$

где

f – стехиометрический коэффициент;

k_7 – константа скорости реакции $InH - ROO^{\cdot}$;

k_2 – константа скорости реакции продолжения цепи;

$[RH]$ – концентрация кумола;

V_i – скорость инициирования;

V_{O_2} – начальная скорость окисления;

V_{N_2} – поправка на газовыделение инициатора;

Исследования показали, что тиоамиды T_1 и T_2 эффективно обрывают окислительные цепи кумола

$$T_1 - f_{k_7} = 2,6 \cdot 10^3 \text{ л/моль}\cdot\text{с};$$

$$T_2 - f_{k_7} = 3,2 \cdot 10^3 \text{ л/моль}\cdot\text{с};$$

Литература

1. Фарзалиев В.М., Исмаилова Н.Д., Мусаева М.Э. *Присадки к смазочным маслам*. Баку: Элм. 2009. 232 с.
2. Кулиев Ф.А., Багирзаде Г.А. *Сборник тез докл. V Международной конференции «Техническая химия. От теории к практике»*. Пермь. 2016. С. 99.

КИНЕТИКА И РЕАКЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ МОНО-, БИСКСАНТОГЕНАТОВ И ТИОАМИДОВ В РЕАКЦИИ С ГИДРОПЕРОКСИДОМ КУМИЛА

Кулиев Ф.А., Багирзаде Г.А., Насири Ф.М.

Азербайджанский медицинский университет, Баку

fguliyev@mail.ru

Моно- и дитиокарбонильные соединения проявляют свойства превентивных антиоксидантов и находят применение в качестве присадок к смазочным маслам [1]. Их основное функциональное действие заключается в способности каталитически разрушать молекулы гидропероксидов ионно-молекулярным путём, причём каталитическими свойствами обладают не сами исходные молекулы, а имеющие кислый характер продукты их окислительных превращений [2]. Целью данного исследования являлось сравнительное кинетическое изучение реакции с гидропероксидом кумила (ГПК, 100°C, хлорбензол) трёх веществ

K_1 – 2,4,6-(CH₃)₃C₆H₂CH₂-S-C(S)-OC₂H₅ – моноксантогенат

K_2 – 2,4,6-(CH₃)₃C₆H₁-1,3-бис-CH₂S-C(S)OC₄H₉ – бисксантогенат

K_3 – C₆H₅CH₂-C(S)-N(C₃H₇)₂ – тиаамид

Концентрацию ГПК контролировали йодометрически. Было установлено, что K_1 – K_3 активно разрушают ГПК. Процесс носит автокаталитический характер, распад ГПК протекает не под действием исходных молекул тиокарбониллов, а продуктов их превращений.

Молекулярную активность (каталитичность), равную числу молекул ГПК, распавшихся при участии одной молекулы тиокарбониллов, определяли по соотношению. $v = \Delta [\text{ГПК}] / [K_x]$

Она оказалась равной нескольким тысячам $v_{(K_1 - K_3)} = 3 \cdot 10^3 \div 7 \cdot 10^3$. Скорость реакции описывается общим кинетическим уравнением $W = k [\text{ГПК}]^n [K_x]^m$

Уравнение меняется в зависимости от количества тиокетонных групп

$W_{K_1} = k [\text{ГПК}]^2 [K_1]$ – моноксантогенат

$W_{K_2} = k [\text{ГПК}] [K_2]^{0.5}$ – бисксантогенат

$W_{K_3} = k [\text{ГПК}] [K_3]$ – тиаамид

Как видно, определяющую роль в кинетике реакции играет количество тиокетонных групп.

Литература

1. Фарзалиев В.М., Исмаилова Н.Д., Мусаева М.Э. *Присадки к смазочным маслам*. Баку: Элм. 2009. 232 с.
2. Guliyev F.A., Bagirzade G.A. *European Journal of Technical and Natural Sciences*. 2021. No1. P.52-56.

СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ АНТИОКИСЛИТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ

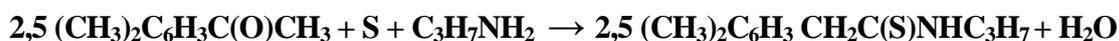
2,5-ДИМЕТИЛФЕНИЛТИОАЦЕТОАМИДОВ

Кулиев Ф.А., Багирзаде Г.А., Абдуллаева Ф.А.

Азербайджанский медицинский университет, Баку

fguliyev@mail.ru

Полифункциональные ароматические соединения, содержащие атомы азота и серы, широко применяются в качестве присадок к смазочным маслам [1]. Среди них тиоамиды карбоновых кислот отличаются легкостью синтеза по реакции Вильгеродта - Киндлера из доступного сырья (сера, амины, производные ацетофенона), что указывает на перспективу их промышленного применения. В данной публикации нами представлены результаты по синтезу и изучению антиокислительного действия N-пропил-2,5-диметилфенилтиоацетоамида. Последний был получен по реакции.



В ИК- спектре полученного вещества в области 1455cm^{-1} и 3320cm^{-1} обнаружены полосы поглощения, характерные для C=S и N-H связей. Установлено, что при уменьшении концентрации тиоамида в четырёххлористом углероде до 10^{-3} моль/л, полоса поглощения, характеризующая NH связь, сдвигается на $100\text{-}110\text{cm}^{-1}$ в сторону низких частот, что указывает на возможность реализации межмолекулярной водородной связи. В ПМР спектре исследуемого вещества обнаружены хим. сдвиги δ : 0,88 м.д. $\text{CH}_3\text{-C}$; 1,52 м.д. $\text{C-CH}_3\text{-C}$; 2,25 м.д. $(\text{CH}_3)_2\text{Ar}$; 3,46 м.д. $\text{N-CH}_2\text{-C}$; 3,98 м.д. Ar-CH_2 ; 7,04 м.д. NH.

Как известно, серосодержащие антиоксиданты проявляют ингибирующую активность по реакции с гидропероксидами, разрушая их по ионно-каталитическому механизму[2]. Изучение антиокислительного действия, синтезированного тиоамида проводилось при взаимодействии с гидропероксидом кумила (ГПК) при 100C° . Реакция подчиняется кинетическому уравнению второго порядка $W=k[\text{InH}][\text{ГПК}]$ и носит автокаталитический характер – $v = \Delta[\text{ГПК}]/[\text{InH}] = 7,10^3$.

Исследование автоокисления кумола (100C°) в присутствии тиоамида показало, что он обладает выраженными ингибирующими свойствами.

Литература

1. Фарзалиев В.М., Исмаилова Н.Д., Мусаева М.Э. *Присадки к смазочным маслам*. Баку: Элм. 2009. 232 с.
2. Guliyev F.A., Bagirzade G.A. *European Journal of Technical and Natural Sciences*. 2021. No. 1. P.52-56.

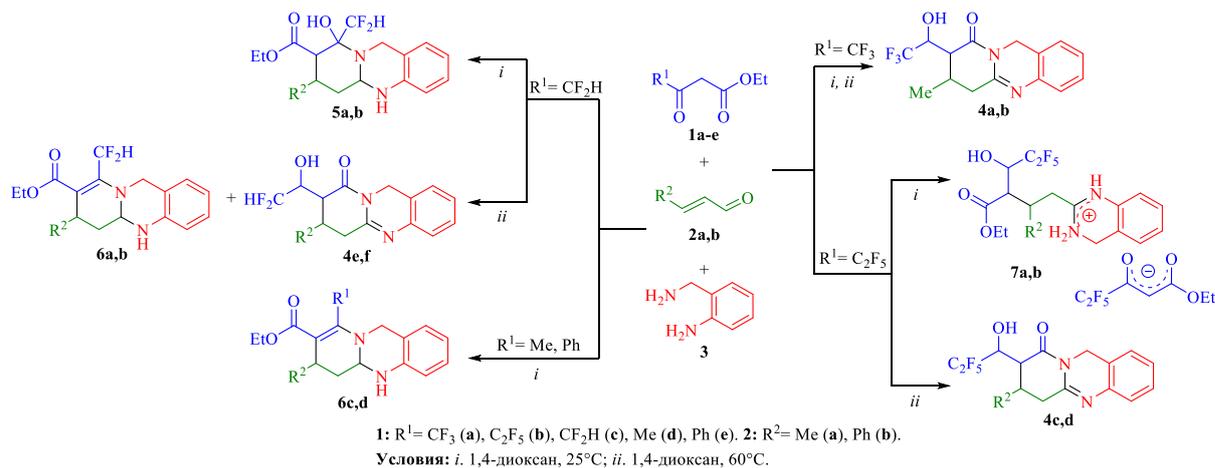
АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ТРЕХКОМПОНЕНТНЫЕ ЦИКЛИЗАЦИИ 3-ОКСОЭФИРОВ С НЕПРЕДЕЛЬНЫМИ АЛЬДЕГИДАМИ И 2-(АМИНОМЕТИЛ)АНИЛИНОМ

Куш С.О., Горяева М.В., Бургарт Я.В., Салютин В.И.

Институт органического синтеза им. И. Я. Постовского УрО РАН, Екатеринбург

kso@ios.uran.ru

Обнаружены альтернативные пути трехкомпонентного взаимодействия 3-оксоэфиров **1a–e**, непредельных (кетоновый, коричный) альдегидов **2a,b** и 2-(аминометил)анилина **3**, которые в зависимости от заместителя в 3-оксоэфирной компоненте и температурного режима позволяют синтезировать тетрагидропиридо[2,1-*b*]хиназолины **4a–f**, гексагидро- и тетрагидропиридо[2,1-*b*]хиназолины **5a,b**, **6a–d** и соли **7a,b**. Основным направлением в случае полифторалкил-3-оксоэфиров **1a,b** является формирование тетрагидропиридо[2,1-*b*]хиназолинов **4a–d**, содержащих фторспиртовый фрагмент, тогда как нефторированные 3-оксоэфиры **1d,e** образуют тетрагидропиридо[2,1-*b*]хиназолины **6c,d**, имеющие этоксикарбонильный заместитель. В случае дифторацетоуксусного эфира **1c** наблюдаются оба пути циклизации с образованием трициклов **4e,f** и **6a,b**, а в мягких условиях получены гидроксизамещенные гексагидропиридо[2,1-*b*]хиназолины **5a,b**. В отличие от этого использование мягких условий в реакции C₂F₅-оксоэфира **1b** приводит к формированию солей хиназолина **7a,b**.



Структура гетероциклов **4–7** подтверждена методами ИК, ЯМР спектроскопии, масс-спектропии и РСА. Особое внимание уделено установлению их пространственного изомерного строения.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-13-00427, <https://rscf.ru/project/24-13-00427/>.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СЕЛЕКТИВНОЙ МОДИФИКАЦИИ ЦИКЛОДЕКСТРИНОВ

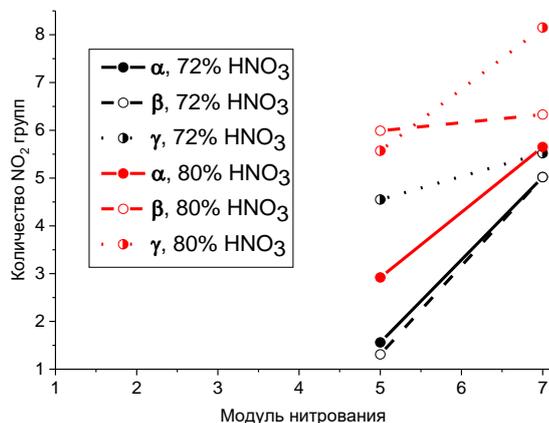
Лукьянова А.А., Ворожейкин М.И., Даровских А.В., Михайлов Ю.М.

Федеральный исследовательский центр проблем химической физики и медицинской химии Российской академии наук, Черноголовка
zlata-stasya@mail.ru

Циклодекстрины α -, β - и γ - представляют собой регулярно построенные циклические олигосахариды, в которых соответственно 6, 7 или 8 остатков D-глюкопиранозы соединены α -1-4-гликозидными связями. В молекулах присутствуют гидроксильные группы трех типов – один набор первичных при C_6 на “узкой” стороне и два набора вторичных гидроксильных групп при C_2 и C_3 на “широкой” стороне циклодекстринового каркаса, склонных к образованию сильных внутри- и межмолекулярных водородных связей.

Учитывая различия в реакционной способности первичных и вторичных гидроксильных групп в циклодекстринах, можно проводить селективную модификацию циклодекстринов, в частности проводить замещение только первичных гидроксильных групп.

Был проведен подбор условий нитрования и установлено влияние на процесс концентрации кислоты и ее избытка.



Зависимость количества групп $-ONO_2$ от модуля нитрования

Работа выполнена с использованием оборудования Аналитического центра коллективного пользования ФИЦ ПХФ и МХ РАН в рамках выполнения государственного задания ФИЦ ПХФ и МХ РАН № 124020100045-5.

РЕАКЦИИ 3-АРОИЛПИРРОЛО[2,1-*c*][1,4]БЕНЗОТИАЗИН-1,2,4-ТРИОНОВ С МОНОНУКЛЕОФИЛАМИ

Лысцова Е.А., Масливец А.Н., Храмцова Е.Е.

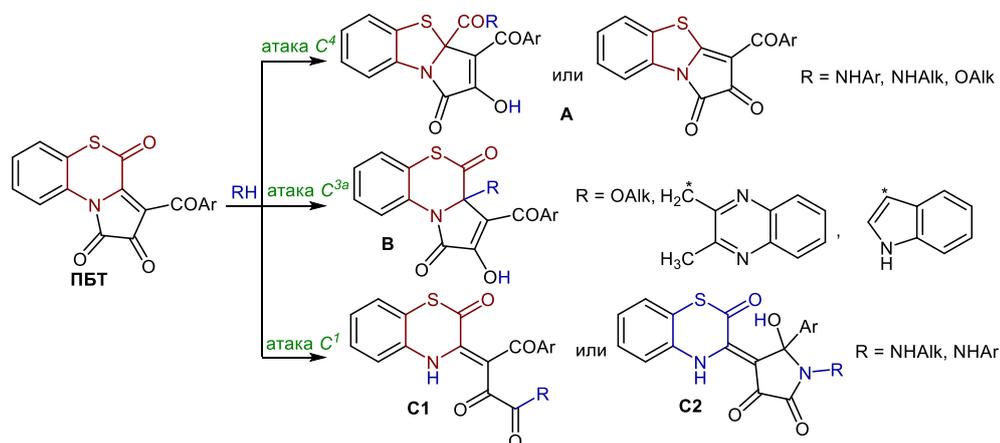
Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь

liscova_ea@mail.ru

Гетарено[*e*]пиррол-2,3-дионы (ГПД) являются интересными полиэлектрофильными реагентами, химические превращения которых приводят к образованию веществ с широким спектром полезных свойств.

Среди ГПД можно выделить пирролобензотиазинтрионы (ПБТ), т.к. они проявляют иные химические свойства в сравнении со структурными аналогами – пирролобензоксазинтрионами и пирролохиноксалинтрионами [1]. В реакциях ПБТ с *O*- или *N*-мононуклеофилами обнаружено новое направление – сужение 1,4-тиазинового цикла до тиазольного, приводящее к ранее недоступным производным пирролобензотиазола **A** [1].

Классическое направление взаимодействия ГПД с мононуклеофилами (нуклеофильная атака реакционных центров C^1 или C^{3a}) также характерно для ПБТ [1]. В результате взаимодействия ПБТ с *O*- и *C*-нуклеофилами выделены продукты типа **B**. С *N*-нуклеофилами выделено 2 типа продуктов – продукты **C1** и **C2**, образующихся в результате атаки атома C^1 , сопровождающиеся раскрытием пиррольного цикла. Продукты **C2** являются результатом внутримолекулярной циклизации продуктов **C1**.



[1] Lystsova E.A., Dmitriev M.V., Maslivets A.N., Khramtsova E.E. // *Beilstein J. Org. Chem.* **2023**. 19. P. 646–657. DOI 10.3762/bjoc.19.46

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (FSNF-2023-0004).

**СЕЛЕКТИВНОЕ ПОЛУЧЕНИЕ ОЛЕФИНОВ C₂-C₄ ИЗ БИОЭТАНОЛА НА
КАТАЛИТИЧЕСКИХ КОМПОЗИЦИЯХ НА ОСНОВЕ ЦЕОЛИТА ZSM-5
Ce_{0,1}Mg_{0,9}Al₂O₃ ШПИНЕЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ**

Махмудова Н.И., Мамедов Э.С., Ахмедова Н.Ф., Ильяслы Т.М., Мамедов С.Э.

Бакинский Государственный Университет, Баку

²*Филиал Московского Государственного университета им. М.В. Ломоносова, Баку*

n_akhmed@mail.ru

В настоящее время основные химические соединения в промышленности производят из нефтяного углеводородного сырья. Биоэтанол является одним из основных продуктов, получаемых путем ферментации биомассы [1,2]. Прямое использование биоэтанола для получения олефинов C₂-C₄, высокооктановых и ароматических углеводородов является важным промышленным вопросом.

Наиболее перспективными катализаторами превращения биоэтанола в углеводороды являются катализаторы на основе цеолита ZSM-5, имеющий трехмерную структуру с пересекающимися параллельными (0,56×0,53 нм) и синусоидальными каналами (0,55×0,51 нм), препятствующие образованию углеводородов с числом атомов углерода 11.

Методом твердотельного модифицирования были приготовлены каталитические композиции Ce_{0,1}Mg_{0,9}Al₂O₃ шпинельной структуры с цеолитом ZSM-5 (SiO₂/Al₂O₃=40, Na₂O<0,05%) и изучены их каталитические свойства в трансформации биоэтанола в олефины C₂-C₄. Эксперименты проводили в проточной установке с неподвижным слоем катализатора (2,0 г) в кварцевом реакторе при 400 °С и атмосферном давлении. Содержание нанопорошка Ce_{0,1}Mg_{0,9}Al₂O₃ в каталитической композиции влияет на его кислотные, текстурные и каталитические свойства. С увеличением содержания нанопорошка Ce_{0,1}Mg_{0,9}Al₂O₃ в каталитической композиции происходит возрастание выхода олефинов C₂-C₄ и уменьшение выхода ароматических углеводородов. Увеличение содержания нанопорошка Ce_{0,1}Mg_{0,9}Al₂O₃ в катализаторе приводит к возрастанию выхода олефинов C₂-C₄ с 6,6мас.% до 33,7мас.%, и снижению выхода ароматических углеводородов с 40,6мас.% до 28,9мас.%.

Установлено, что модифицирование цеолита ZSM-5 нанопорошком Ce_{0,1}Mg_{0,9}Al₂O₃ существенно снижает концентрацию сильных брэнстедовских кислотных центров, способствует образованию более сильных льюисовских кислотных центров, а также увеличивает долю микропор в общем объеме пор, которые являются важными факторами, приводящими к росту выхода олефинов C₂-C₄ из биоэтанола.

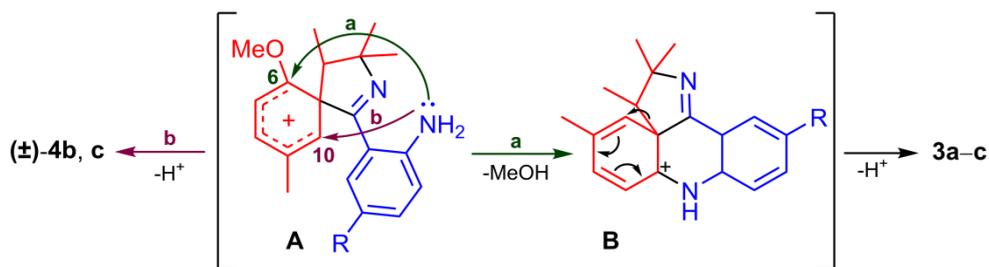
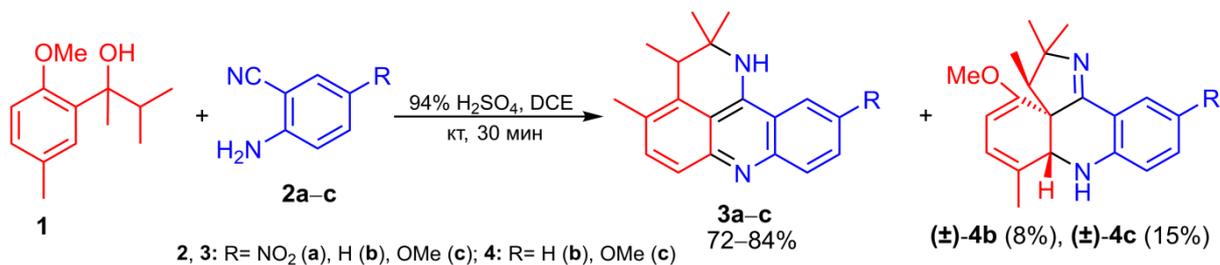
КОНДЕНСАЦИЯ 2-(2-МЕТОКСИ-5-МЕТИЛФЕНИЛ)-3-МЕТИЛБУТАН-2-ОЛА С ОРТО-АМИНОБЕНЗОНИТРИЛАМИ В УСЛОВИЯХ РЕАКЦИИ РИТТЕРА

Морозов В.В., Рожкова Ю.С., Шкляев Ю.В.

«Институт технической химии УрО РАН» – филиал ПФИЦ УрО РАН, Пермь
nikopol88@mail.ru

Нами было изучено взаимодействие 2-(2-метокси-5-метилфенил)-3-метилбутан-2-ола **1** с орто-аминобензонитрилами **2a–c**. Установлено, что конденсация карбинола **1** с нитрилами **2a–c** в концентрированной серной кислоте приводит к образованию пиридо[4,3,2-kl]акридинов **3a–c** с выходами 72–84%. В случае нитрилов **2b** и **2c** из реакционных масс также были выделены 4-метоксипирроло[3,2-l]акридины **4b, c** в виде единственных диастереомеров с выходами 8% и 15% соответственно.

Предполагается, что реакция протекает через образование спиро-σ-комплексов **A**. Внутримолекулярная циклизация последних по положению C-6 с последующим элиминированием MeOH приводит к нестабильным пирролоакридинам **B**. Дальнейшая перегруппировка интермедиатов **B**, которая протекает с расширением пиррольного цикла, приводит к образованию пиридоакридинов **3a–c**. Продукты **4b, c** получаются в результате внутримолекулярной циклизации интермедиатов **A** по положению C-10.



Строение всех новых соединений подтверждено данными ЯМР ¹H и ¹³C спектроскопии, элементного анализа, ИК и масс-спектрометрии.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ (№ 124022200026-7)

СИНТЕЗ ПИРИДО[1,2-*a*]ХИНОКСАЛИНОВ ЧЕРЕЗ ЦИКЛОПРОПАНИРОВАНИЕ ГЕТАРЕНО[*e*]ПИРРОЛ-2,3-ДИОНОВ

Муранова М.М., Галеев А.Р., Дмитриев М.В., Масливец А.Н.

Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь
maryque@psu.ru

1*H*-Пиррол-2,3-дионы являются полифункциональными реагентами, способными вступать в реакции с участием двойной *эндо*-циклической связи, кетонной или лактамной группы [1], позволяя получать разнообразные гетероциклические соединения.

Нами исследована реакция аннелированных по стороне [*e*] 1*H*-пиррол-2,3-дионов с C1-синтонами, приводящая к образованию аннелированных циклопропанов или продуктов их раскрытия.

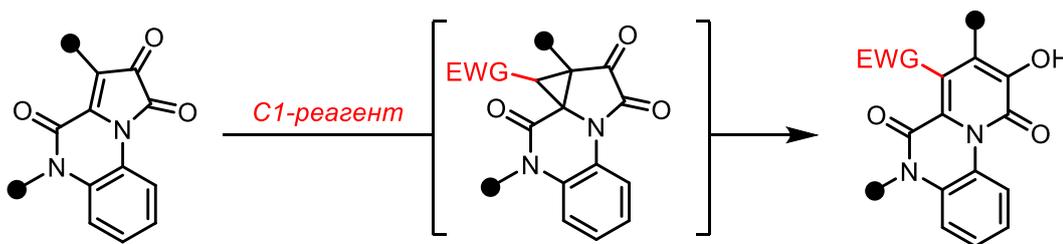


Схема 1.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ, проект 24-23-00574.

Библиографический список

- a) *Russ. J. Org. Chem.*, 2018, 54 (5), 780 b) *Tet. Lett.*, 2020, 61 (11), 151595 c) *RSC Adv.*, 2022, 12 (1), 578 d) *Chem. Het. Comp.*, 2021, 57 (12), 1230 e) *Tetrahedron*, 2020, 76 (5), 130880.

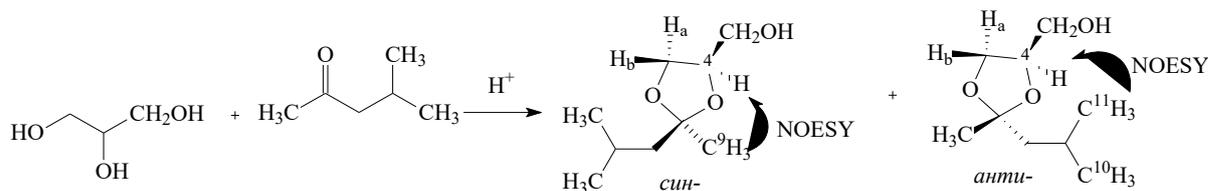
ИНГИБИТОР КОРРОЗИИ НА ОСНОВЕ 2-МЕТИЛ-2-ИЗОБУТИЛ-4-ГИДРОКСИМЕТИЛ-1,3-ДИОКСОЛАНА

Мусин А.И., Борисова Ю.Г., Войнов В.А., Раскильдина Г.З.

Уфимский государственный нефтяной технический университет, Уфа

yulianna_borisova@mail.ru

Продолжая наши исследования в области химии 1,3-диоксациклоалканов [1, 2], в результате конденсации глицерина и метилизобутилкетона, мы получили соединение с пространственной конфигурацией *син*- и *анти*- – 2-метил-2-изобутил-4-гидроксиметил-1,3-диоксолан – проявившее антикоррозионную активность.



Согласно данным анализа спектра 2D NOESY выявлены кросс-пики взаимодействия протонов с ХС (химический сдвиг) в области 4.11-4.15 м.д. с протонами с ХС при 1.26 м.д., что указывает на сближенность C(4)H протона с протонами C(9)H₃ и образование *син*-конфигурации, также для протонов с ХС в области 4.17-4.22 м.д. наблюдаются кросс-пики взаимодействия с протонами с ХС при 0.86 м.д. и 0.91 м.д., что указывает на сближенность протона C(4)H с протонами C(10)H₃ или C(11)H₃ и образование *анти*-конфигурации.

Экспериментальные результаты, полученные с помощью прибора «Монитор 2М» в сероводородной среде, по оценке 2-метил-2-изобутил-4-гидроксиметил-1,3-диоксолана свидетельствуют о наличии в полученном продукте антикоррозионных свойств со степенью защиты = 55% и коэффициентом торможения = 2.21.

Литература

1. Raskil'dina G.Z., Sultanova R.M., Zlotskii S.S. *Rev. and Adv. in Chem.* 2023. **13**. 15–27.
2. Raskildina G.Z., Sultanova R.M., Zlotsky S.S. *Proceedings of the Ufa Scientific Center of the Russian Academy of Sciences.* 2019. **3**. 5-18.

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России в сфере научной деятельности, номер для публикаций FEUR — 2022-0007 «Нефтехимические реагенты, масла и материалы для теплоэнергетики».

НОВЫЙ ПОДХОД К СИНТЕЗУ СТРУКТУРНЫХ АНАЛОГОВ МИТОМИЦИНА С

Мясников Д.А.¹, Федоров А.А.¹, Учускин М.Г.¹

¹Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь,
mda@psu.ru

Митомицин С, впервые выделенный из культуры бактерий *Streptomyces caespitosus* в настоящее время включен в перечень жизненно необходимых и важнейших лекарственных препаратов из-за своей высокой противоопухолевой активности и используется в качестве химиотерапевтического средства наряду с доскирубицином и другими препаратами. В то же время, структурные аналоги митомицина С, циклопропа[3,4]пирроло[1,2-*a*]индолы являются не менее перспективным и интересным классом соединений с почти не изученными свойствами, ввиду их высокой труднодоступности.

На сегодняшний день, подходы к синтезу циклопропа[3,4]пирроло[1,2-*a*]индолов осуществляется несколькими путями: использование радикальных каскадных реакций или металл-катализируемые процессы циклизации труднодоступных индольных субстратов. Многостадийность, дороговизна реагентов и катализаторов, а так же абсолютные условия синтеза и делают поиск новых, простых и эффективных подходов к синтезу циклопропа[3,4]пирроло[1,2-*a*]индолов актуальной задачей для современной органической и медицинской химии.

В настоящей работе будет представлен новый подход к синтезу циклопропа[3,4]пирроло[1,2-*a*]индолов, основанный на домино-процессе взаимодействия азагетероциклических субстратов, полученных из возобновляемого фуранового сырья [1, 2, 3], с амбифильной сульфониевой солью (Схема 1).

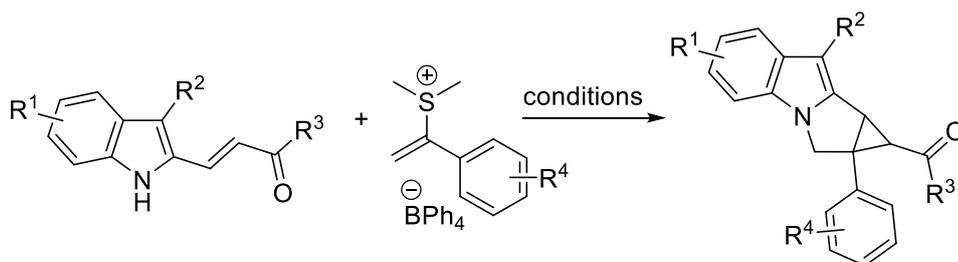


Схема 1. Предлагаемый подход к синтезу
циклопропа[3,4]пирроло[1,2-*a*]индолов

ЛИТЕРАТУРА

1. Uchuskin, M.G., Molodtsova, N.V., Abaev, V.T., Trushkov, I.V., Butin, A.V. *Tetrahedron*, **2012**, 68(22), 4252-4258.
2. Abaev, V.T., Plieva, A.T., Chalikidi, P.N., Uchuskin, M.G., Trushkov, I.V., Butin, A.V. *Org. Lett.*, **2014**, 16(16), 4150-4153.
3. Makarov A.S., Fadeev A.A., Uchuskin M.G. *Org. Chem. Front.*, **2021**, 8, 6553-6560.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 24-73-10099, <https://rscf.ru/project/24-73-10099/>).

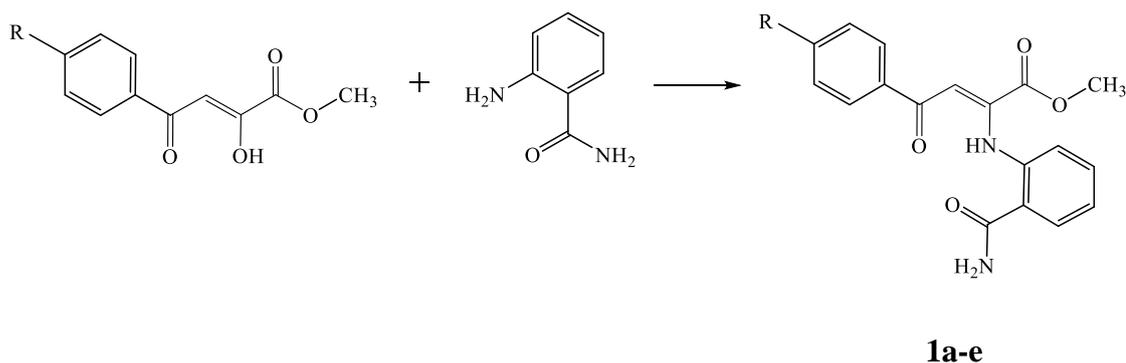
СИНТЕЗ МЕТИЛ (2Z)-4-АРИЛ-2-[(2-КАРБАМОИЛФЕНИЛ)АМИНО]-4-ОКСОБУТ-2-ЕНОАТОВ

Назарец О.В., Бобровская О.В., Романова А.В., Гейн В.Л.

ФГБОУ ВО «Пермская государственная фармацевтическая академия», Пермь
reinardin@yandex.ru

Известно, что в органическом синтезе антралиловая кислота и её производные используются как источники получения различных биологически активных соединений, среди которых обнаружены вещества с противоопухолевым, противовирусным, анальгетическим, противовоспалительным и другими видами активности. Антралиловая кислота и её производные широко распространены в природе: они находятся в растениях в составе эфирных масел, в плодовых телах некоторых грибов, являются регуляторами физиологических функций и продуктами жизнедеятельности ряда живых организмов.

В продолжение работ по изучению реакционной способности метиловых эфиров ароилпировиноградных кислот и производных антралиловой кислоты, нами было установлено, что направление реакции 2-аминобензамида (антралиламида) с метиловыми эфирами ароилпировиноградных кислот зависит от условий проведения, а именно, при кипячении вышеуказанных реагентов в течение 5–10 минут в среде этанола, подкисленного несколькими каплями ледяной уксусной кислот без добавления катализатора (натрия ацетата), образуются метил (2Z)-4-арил-2-[(2-карбамоилфенил)амино]-4-оксобут-2-еноаты (**1a-e**).



R = Me (**1a**), Cl (**1b**), Br (**1c**), EtO (**1d**), MeO (**1e**).

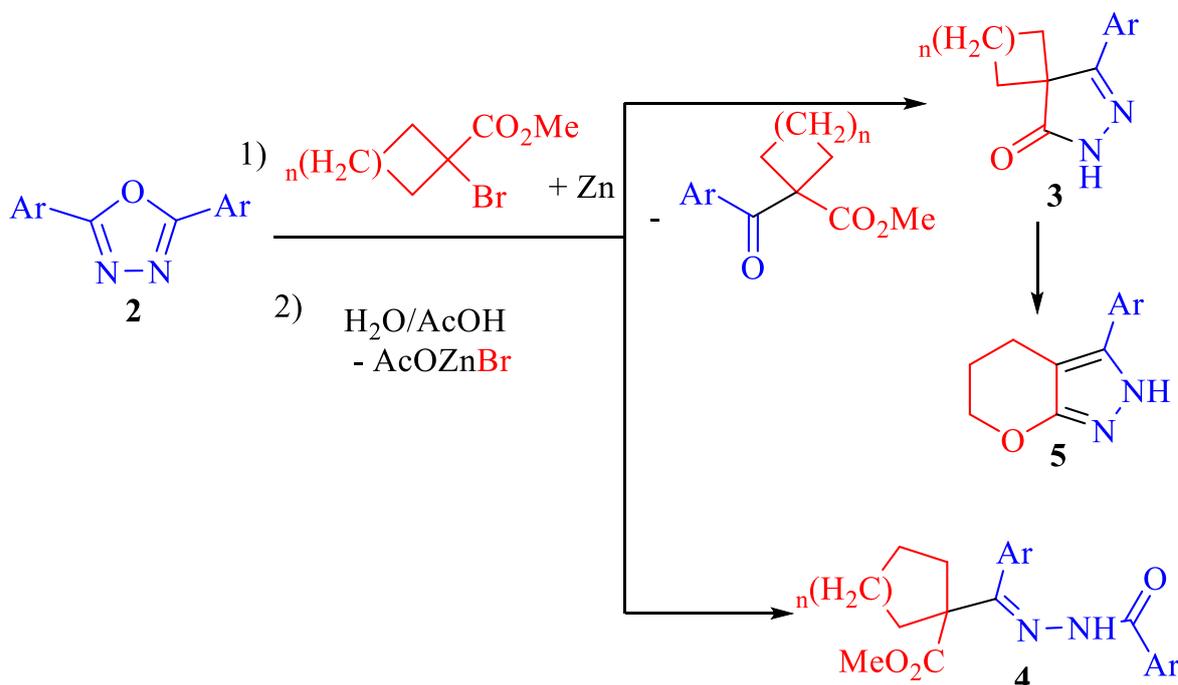
Синтезированные соединения (**1a-e**) представляют собой желтые или желто-оранжевые кристаллические вещества, растворимые в ДМФА, ДМСО, при нагревании – в этаноле, ледяной уксусной кислоте, диоксане, ацетонитриле и нерастворимые в воде. Структура соединений (**1a-e**) подтверждена данными спектроскопии ЯМР ^1H и ИК-спектроскопии.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АЛИЦИКЛИЧЕСКИХ РЕАКТИВОВ РЕФОРМАТСКОГО С 2,5-ДИАРИЛ-1,3,4-ОКСАДИАЗОЛАМИ

Никифорова Е.А.¹, Зверев Д.П.¹

¹Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь
vikro@ya.ru

Ранее нами было установлено, что взаимодействие алициклических реактивов Реформатского с 2,5-дифенил-1,3,4-оксадиазолом приводит к образованию соответствующих спиропиразолонов **3** [1]. Как оказалось, аналогично взаимодействуют соединения, содержащие во 2 и 5 положениях и другие ароматические фрагменты, за исключением *o*-замещенных. Оксадиазолы **2**, содержащие *o*-замещенные ароматические фрагменты, дают продукты **4**. Однако также было обнаружено, что взаимодействие реактива Реформатского на основе метил 1-бромциклобутанкарбоксилата с 2,5-дифенил-1,3,4-оксадиазолом приводит к неожиданным результатам [1]: из реакционной массы был выделен сокристаллизат соответствующего спиропиразолона **3** с изомерным ему пирано[2,3-*c*]пиразолом **5**. Предложены схемы образования полученных спиранов **3** и бензоилгидразоно-циклоалканкарбоксилатов **4**, а также превращения первых в пиранопиразолы **5**.



Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (проект № 0750-2020-0022).

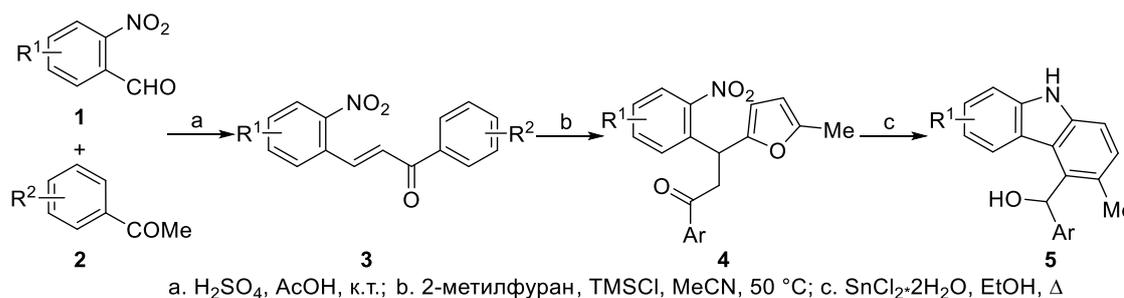
1. Nikiforova E.A., Kirillov N.F., Baibarodskikh D.V., Shurov S.N., Dmitriev M.V., Zverev D.P. *Mend. Comm.* **2021**, 31 (2), 248–250. doi: 10.1016/j.mencom.2021.03.035

СИНТЕЗ КАРБАЗОЛОВ РЕЦИКЛИЗАЦИЕЙ ПРОИЗВОДНЫХ 3-(5-МЕТИЛФУРАН-2-ИЛ)-3-(2-НИТРОФЕНИЛ)-1-ФЕНИЛПРОПАН-1-ОНА

Овчинникова О.С., Ермолаева Н.Н., Учускин М.Г., Мендограло Е.Ю.

Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь
ovchinnikovao@psu.ru

Азагетероциклы, содержащие карбазольный фрагмент, привлекательны для медицинской химии благодаря широкому спектру биологической активности (антиоксидантная, противоопухолевая, антибактериальная и т.д.) [1]. На сегодняшний день описаны различные способы синтеза карбазолов, среди которых ключевое место занимает классическая [2] и модифицированная [3] восстановительная циклизация 2-нитробифенилов по Кадогану. Мы предположили, что производные 3-(5-метилфуран-2-ил)-3-(2-нитрофенил)-1-фенилпропан-1-она **4** будут являться удобными исходными субстратами для восстановительной тандемной реакции рециклизации в функционализированные карбазолы **5**.



В докладе будут рассмотрены предполагаемый механизм ключевого превращения, область применения и ограничения предложенного метода.

Литература

1. Wang G. Current status of carbazole hybrids as anticancer agents / G. Wang, S. Sun, H. Guo // Eur. J. Med. Chem. – 2021. – V. 229. – P. 113999.
2. Cadogan J. I. G. The reactivity of organophosphorus compounds. Part XIX. Reduction of nitro-compounds by triethyl phosphite: a convenient new route to carbazoles, indoles, indazoles, triazoles, and related compounds / J. I. G. Cadogan, M. Cameron-Wood, R. K. Mackie, R. J. G. Searle // J. Chem. Soc. – 1965. – P. 4831-4837.
3. Freeman A. W. Triphenylphosphine-mediated reductive cyclization of 2-nitrobiphenyls: a practical and convenient synthesis of carbazoles / A. W. Freeman, M. Urvoy, M. E. Criswell // J. Org. Chem. – 2005. – V. 70. – P. 5014–5019.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, проект № 0750-2020-0022.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССОВОЙ ДОЛИ ТРОПОМИОЗИНА В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ

Первухина О.Е.¹, Крашенинина М.П.¹, Петухов П.А.², Колоколова М.К.²

*Уральский научно-исследовательский институт метрологии – филиал
ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии имени
Д.И. Менделеева», Екатеринбург
pervuhinaoe@uniim.ru*

²*ООО «ХЕМА», onco.xema@gmail.ru*

Тропомииозин – фибриллярный белок, который состоит из двух перевитых α – спиралей и в качестве пищевого аллергена животного происхождения был идентифицирован у ракообразных, моллюсков и насекомых.

Комиссией Codex Alimentarius для обнаружения аллергенов в продуктах питания рекомендован метод иммуноферментного анализа (далее – ИФА). Данный метод основан на иммуноферментной реакции, в процессе которой антитела к определённому аллергену образуют комплекс, изменяющий цвет продуктов химических реакций с последующим спектрофотометрическим детектированием.

Метод ИФА не является первичным методом, следовательно, требует предварительной градуировки. Наличие чистого тропомииозина с установленным значением массовой доли белка необходимо для построения градуировочного графика. Сложность определения чистоты тропомииозина заключается в его белковой природе.

Для разработки методики измерений, необходимо применить следующий подход к определению чистоты (массовой доли) тропомииозина:

- определение преобладающей молярной массы методом капиллярного гелевого электрофореза;
- определение аминокислотного состава с применением метода капиллярного электрофореза;
- проведение анализа общего азота по методу Кьельдаля;
- расчет коэффициента пересчёта массовой доли белка с массовой доли азота, по полученным данным по перечисленным выше методам.

Тропомииозин с установленной массовой долей основного вещества может быть в дальнейшем использован для приготовления градуировочных смесей при разработке методики измерений с применением метода ИФА.

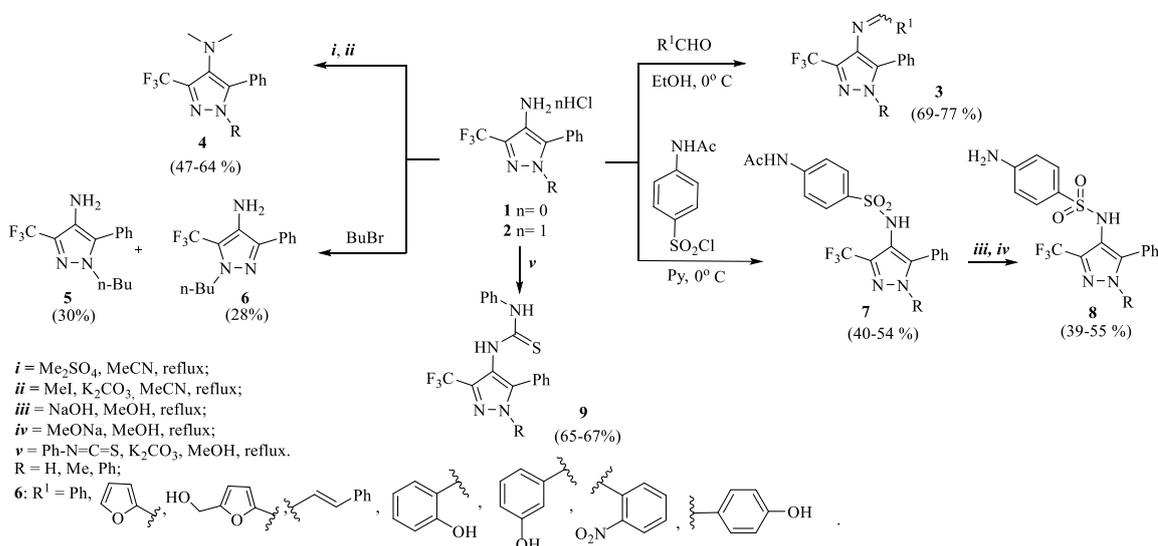
МЕТОДЫ МОДИФИКАЦИИ 4-АМИНО-3-ТРИФТОРМЕТИЛПИРАЗОЛОВ

Перминова А.Н., Малкова Н.А., Щегольков Е.В., Бургарт Я.В., Салоутин В.И.

Институт органического синтеза им. И. Я. Постовского, УрО РАН, Екатеринбург

nastena_pn@mail.ru

Пиразольный остов является перспективным скаффолдом для дизайна лекарственных препаратов. Особого внимания заслуживают фторсодержащие производные из-за специфического влияния атомов фтора на физиологические свойства молекул. В докладе рассматриваются различные методы модификации 4-амино-3-трифторметилпиразолов **1** и их гидрохлоридов **2** [1]. Показано, что 4-аминопиразолы **1**, **2** легко образуют с различными альдегидами азометиновые производные **3**. Реакции метилирования 4-аминопиразолов **1** в избытке метилирующего агента приводят к диметилзамещенным продуктам **4**, тогда как алкилирование аминопиперазола **1** ($R = H$) *n*-бутилбромидом проходит неселективно, давая региоизомерные 3-CF₃- и 5-CF₃-пиразолы **5**, **6**. Из пиразолов **1** реакцией с 4-ацетамидобензолсульфонилхлоридом синтезированы сульфаниламидные производные **7**, деацилирование которых в кипящем метаноле в присутствии щелочи или метилата натрия позволило получить амины **8**. При взаимодействии гидрохлоридов аминопиперазолов **2** с фенилизотиоцианатом образуются производные аминопиперазолов **9**, содержащие фрагмент тиомочевины.



Среди синтезированных азометиновых производных **3** выявлены аналгетически активные соединения с низкой острой токсичностью.

Литература:

1. Shchegolkov E.V. et al // *ChemistrySelect*, 2023, **8**, e202303265.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-13-00427, <https://rscf.ru/project/24-13-00427/>

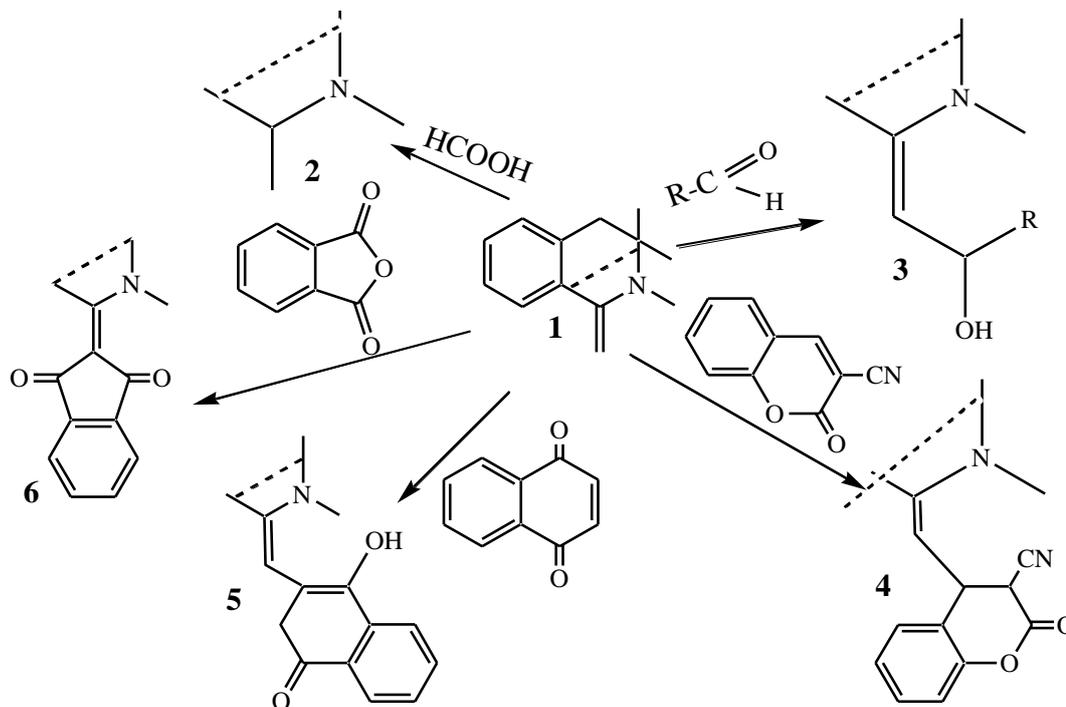
**ТРЕТИЧНЫЕ ЕНАМИНЫ РЯДА 2,3,3-ТРИМЕТИЛ-1,2,3,4-
ТЕТРАГИДРОИЗОХИНОЛИНА – СТРОИТЕЛЬНЫЕ БЛОКИ В СИНТЕЗЕ
НОВЫХ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ АНАЛЬГЕТИКОВ**

Першина Н.Н., Михайловский А.Г.

Пермская государственная фармацевтическая академия, Пермь

neorghim@pfa.ru

Ранее были изучены разнообразные 3,3-диалкил-3,4-дигидроизохинолины, проявляющие анальгетическую активность. Большой банк веществ этой группы может быть получен с использованием в качестве активных реагентов енаминов ряда 1,2,3,4-тетрагидроизохинолина. Особенно активными реагентами являются третичные N-метилированные енамины. В отношении анальгетического эффекта N-метильная группа является фармакофорной. Цель данной работы – синтез новых потенциальных анальгетиков.



Исследования показали, что енамин 1 может быть гидрирован действием HCOOH с образованием структуры 2, а также легко реагирует с альдегидами ($\text{R}=\text{Ar}$, CCl_3 и др.) с образованием спиртов общей формулы 3. Реакции с акцепторами Михаэля приводят к соответствующим продуктам 4,5. В реакции енамина 1 с фталевым ангидридом образуется дикетон 6. Большинство полученных продуктов образуют растворимые гидрохлориды, что даёт широкие возможности их применения в медицине.

ПЕРФТОРЭТИЛФТОРФОСФАТЫ ОДНОВАЛЕНТНЫХ КАТИОНОВ: ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ И СВОЙСТВА

Пинегина О.А., Мокрушин И.Г.

Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь
olgpng@psu.ru

Электропроводящие растворы фторфосфатов аммония и щелочных металлов применяются в электрических аккумуляторах [1]. Кроме того, сами соли используют в качестве катализаторов фазового переноса, а также источников перфторированных анионов для получения комплексов металлов и ионных жидкостей [2].

В рамках проводимых исследований разработана, оптимизирована и масштабирована лабораторная технология получения трис(пентафторэтил)трифторфосфатов аммония, лития, натрия, калия, рубидия и цезия. Предложены технологические схемы, составлена режимная карта, проведён расчёт прямых производственных затрат для получения солей в соответствии со *схемой 1*. Путь А включает прямое фторирование фосфорана, путь Б – one-pot синтез, не требующий выделения промежуточной трис(пентафторэтил)трифторфосфорной суперкислоты.

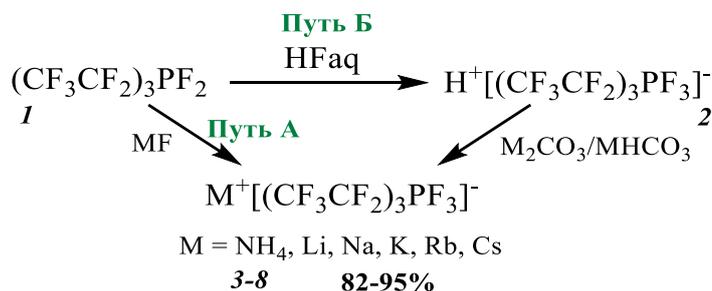


Схема 2 Синтез трис(пентафторэтил)трифторфосфатов щелочных металлов и аммония

Структуры полученных солей и побочных продуктов были подтверждены РСА и ЯМР. Изучено термическое поведение, установлены температуры фазовых переходов, плавления и разложения. Исследована растворимость в воде, а также методом кондуктометрических исследований описаны их электропроводящие свойства.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-23-00511, <https://rscf.ru/project/24-23-00511/>.

Список литературы

1. Ignat'ev N. V. et al. Recent progress in perfluoroalkyl-phosphorus chemistry // Journal of Fluorine Chemistry. – 2015. – Т. 171. – С. 36-45.
2. Mokrushin I. G. et al. Preparation and characterization of perfluoroethylsubstituted alkylammonium oligofluorophosphates // Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved., Khim. Khim. Tekhnol.– 2024. – Т. 67. – №. 5. – С. 54-61.

**ПРОДУКТЫ ПРЕВРАЩЕНИЯ 2,4-ДИОКСОБУТАНОВЫХ КИСЛОТ С
ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИМИ АМИНАМИ, ПРОЯВЛЯЮЩИЕ
ИНСЕКТИЦИДНУЮ АКТИВНОСТЬ**

Полежаева В.Д., Пулина Н.А., Краснова А.И., Старкова А.В.

ФГБОУ ВО «Пермская государственная фармацевтическая академия» Министерства
здравоохранения Российской Федерации, Пермь
polezgaevalera@inbox.ru

Ввиду того, что в ранее проводимых исследованиях у производных 2,4-диоксобутановых кислот были выявлены соединения-лидеры среди различных видов биологической активности, предстоял интерес провести скрининг инсектицидной активности среди новых продуктов реакции данных кислот, содержащих фармакофорные фрагменты пиримидина с различными заместителями в гетероцикле и бензимидазола. Синтез проводили по описанным ранее методикам [1]. Полученные соединения в виде 0,1% водного раствора помещали в чашку Петри и погружали 5 личинок комаров семейства *Chironomidae* (мотыль). Фиксировали время наступления смерти каждой особи по прекращению двигательной активности в ответ на механическое раздражение. Как следует из табл.1, пять из исследуемых соединений обладают инсектицидной активностью, одно из которых превышает показатели препарата сравнения Имидаклоприда и является перспективным для дальнейшего изучения.

Таблица 1. Инсектицидная активность соединений **1a-1k**

№	Соединение	Продолжительность жизни личинок, мин
1.	1a	200,00<
2.	1b	200,00<
3.	1c	38,40±4,02
4.	1d	61,00±11,14
5.	1f	200,00<
6.	1g	97,60±0,68
7.	1h	32,20±4,55
8.	1i	200,00<
9.	1j	200,00<
10.	1k	110,30±6,36
11.	Пиримифос	24,50±1,69
12.	Имидаклопри д	43,50±3,39

1. Синтез и анальгетическая активность гетариламидов 4-арил-2-ариламино-4-оксо-2-бутеновых кислот / Н. А. Пулина, Ф. В. Собин, В. Ю. Кожухарь [и др.] // Химико-фармацевтический журнал. – 2014. – Т. 48, № 1. – С. 14-17.

ВНУТРИМОЛЕКУЛЯРНАЯ ЭЛЕКТРОФИЛЬНАЯ ДЕАРОМАТИЗАЦИЯ В СИНТЕЗЕ ГИДРИРОВАННЫХ СПИРОИНДОЛЕНИНОВ

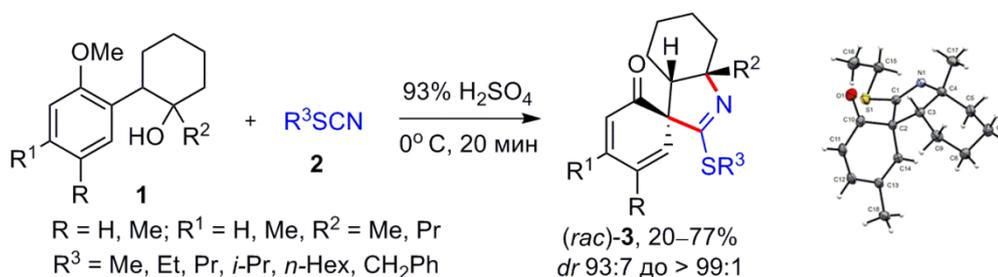
Рожкова Ю.С., Пегушина А.С., Сторожева Т.С., Горбунов А.А., Майорова О.А.,
Шкляев Ю.В.

«Институт технической химии УрО РАН» – филиал ПФИЦ УрО РАН, Пермь
rjs@mail.ru

Спироциклы являются основой большого числа природных соединений¹ и лекарственных препаратов.² Данные соединения могут быть основой хиральных лигандов для асимметрического катализа³, а также использоваться в качестве базовых структур для создания материалов для органической электроники⁴ или получения полимеров⁵. Таким образом, в связи с тем, что спироциклы являются практически полезными соединениями, поиск новых путей их синтеза является актуальной задачей.

В продолжение работ, направленных на разработку методов синтеза аза-спирогетероциклов внутримолекулярной электрофильной деароматизацией на основе реакции Риттера, нами было изучено взаимодействие ряда (2-метоксифенил)циклогексан-1-олов **1** с тиоцианатами **2** в условиях кислого катализа.

Найдено, что конденсация спиртов **1** с R^3SCN **2** в среде концентрированной серной кислоты при 0 °С приводит к получению *цис*-сочлененных гидрированных спироиндоленинов **3** с выходами 20–77% и высокой диастереоселективностью.



Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-23-00370, <https://rscf.ru/project/24-23-00370/>.

1. E. Chupakhin, O. Babich, A. Prosekov, L. Asyakina, M. Krasavin. *Molecules* 24 (2019) 4165.
2. N. Moshnenko, A. Kazantsev, E. Chupakhin, O. Bakulina, D. Dar'in, *Molecules* 28 (2023) 4209.
3. Y. Li, M. Dong, N. Gao, G. Cao, D. Teng, *Appl. Organomet. Chem.* 36 (2022), e6635.
4. Y.-K. Qu, Q. Zheng, J. Fan, L.-S. Liao, Z.-Q. Jiang *Acc. Mater. Res.* 2 (2021), 1261.
5. T. Han, Z. Yao, Z. Qiu, Z. Z. Zhao, K. Wu, J. Wang, A. W. Poon, J. W. Y. Lam, B. Z. Tang. *Nat. Commun.* 10 (2019), 5483.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИЗМЕРЕНИЙ МАССОВОЙ ДОЛИ И МАССОВОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ МЕТИЛОВЫХ ЭФИРОВ ЖИРНЫХ КИСЛОТ МЕТОДОМ ГАЗОЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

Сергеева А.С., Голынец О.С., Первухина О.Е.

*Уральский научно-исследовательский институт метрологии – филиал
ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии имени
Д.И. Менделеева», Екатеринбург
sergeevaas@uniim.ru*

Для определения жирнокислотного состава пищевой продукции методом газожидкостной хроматографии с пламенно-ионизационным детектированием (ГХ-ПИД) используют метиловые эфиры жирных кислот (МЭЖК), полученные из триглицеридов, экстрагированных из пробы, путем переэтерификации с метанольным раствором метилата натрия. Для идентификации и количественной оценки применяют индивидуальные МЭЖК или их смеси с установленным значением массовой доли (массовой концентрации) МЭЖК. В связи с этим, актуальным является разработка высокоточной методики измерений массовой доли (массовой концентрации) МЭЖК.

Для проведения измерений использовали комплекс аппаратно-программный на базе хроматографа «Хроматэк-Кристалл 5000» с использованием капиллярной колонки LT-5 (фаза: 5%-фенил 95%-метилполисилоксан, 30 м × 0,25 мм × 0,25 мкм). Анализ осуществляли при следующих условиях: температура испарителя – 300 °С; объем вводимой пробы – 1 мкл; ввод пробы в режиме деления потока (1:5); газ-носитель – гелий; скорость деления потока – 1,0 см³/мин; температурная программа: начальная температура – 200 °С, выдерживание – 1 минута, нагрев до 300 °С со скоростью 10 °С/мин, выдерживание – 2 минуты; детектор – ПИД; температура детектора – 300 °С. Образцами для исследования являлись пробы МЭ линолевой кислоты (чистота не менее 98 %) и МЭ пальмитиновой кислоты (чистота не менее 99 %) и их растворы в гексане с массовой концентрацией от 0,1 до 10 мг/см³.

Разработанная методика измерений может быть использована для характеристики стандартных образцов состава МЭЖК и их смесей, предназначенных для реализации метода внутренней нормализации по стандартизованным методикам измерений (ГОСТ 30418-96, ГОСТ 31663-2012, ГОСТ 32915-2014, ГОСТ Р 54686-2011, ГОСТ Р ИСО 5508-2010).

Исследование выполнено в рамках НИР «Пищевая ценность» (рег. № ИКРБС 123089600025-4 от 16.08.2023).

СИНТЕЗ НОВОГО 3,5-ДИЗАМЕЩЁННОГО 2,6-ДИЦИАНОАНИЛИНА

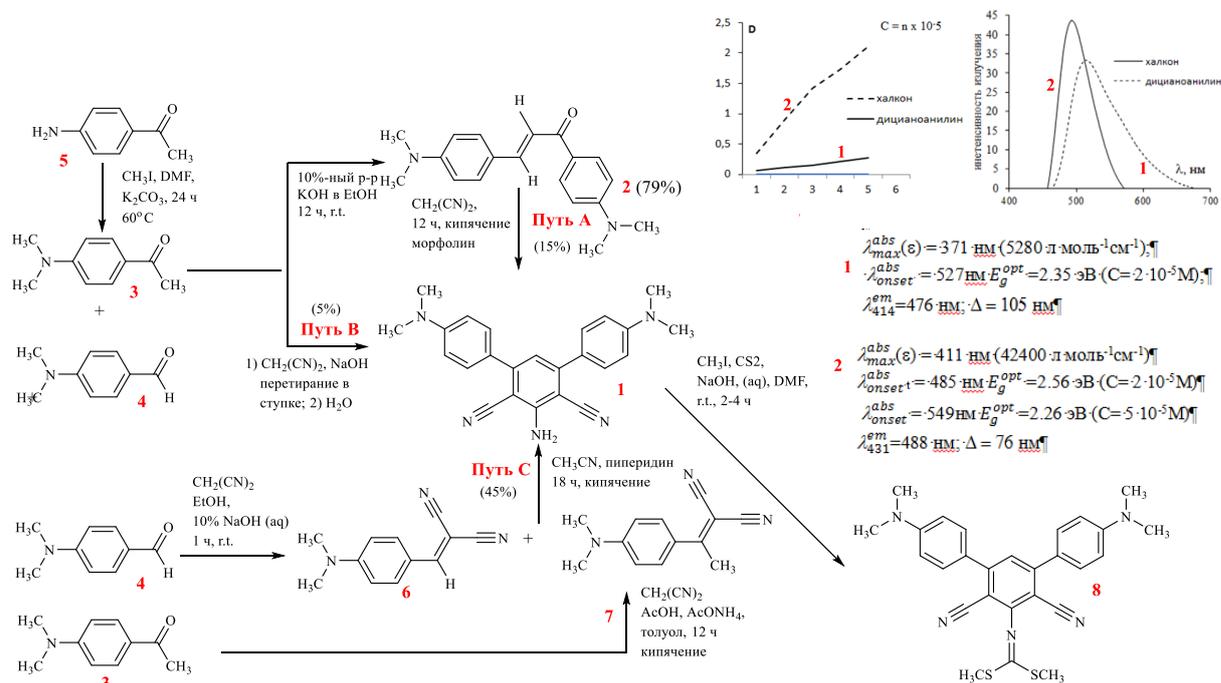
Солдатова С.Д.¹, Шаврина Т.В.¹, Шкляева Е.В.¹, Бакиев А.Н.^{1,2}

¹Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь

²Институт технической химии УрО РАН, Пермь;

sofiasoldatova0@gmail.com

3,5-Диарилзамещенные 2,6-дицианоанилины (ДЦА) как **A-D-A** хромофоры обычно обладают ярко выраженными флуоресцентными свойствами и, как результат, часто используются в материалах нелинейной оптики и светоизлучающих устройств, красителей для пластиков, тканей и волокон разного строения [1,2]. Для получения симметричного дицианоанилина **1** нами использованы методы **A** [3], **B** [4,5] и **C** [6-7] (Схема). ДЦА **1**- кристаллический продукт, окрашенный в глубокий бордовый цвет; его растворы обладают ярким желтым свечением. Выполнено сравнение оптических характеристик ДЦА **1** и исходного халкона **2**. Начато исследование химической активности аминогруппы анилина **1**, в частности получено соединение **8**, на основе которого далее можно вводить в π -сопряженную систему, например, имидазольный цикл [8].



H.M. Borate *et al.*, Org. Prep.Proced. Int., 2012, 44(6), 467.

1. P. P. Victory, *et al.*, Tetrahedron Lett., 1991, 32 (39), 5375.
2. K.L. Ameta, *et al.*, An. Univ. Bucuresti, 2011, 20 (1), 15.
3. X. Xin, *et al.*, Green Chem., 2010, 12 (5), 893.
4. L. Rong, *et al.*, Chem. Lett., 2006, 35 (11), 1314.
5. Q. Zhu, *et al.*, ACS Sensors, 2022, 8(1), 51.
6. E.Yalcin *et al.*, Arkivoc, 2015, v, 202.
7. S. Servi *et al.*, Eur. J. Med. Chem., 2005, 40, 687/

ФУНКЦИОНАЛИЗАЦИЯ 2,3-ДИФЕНИЛТИОФЕНА И ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СИНТЕЗИРОВАННЫХ СОЕДИНЕНИЙ

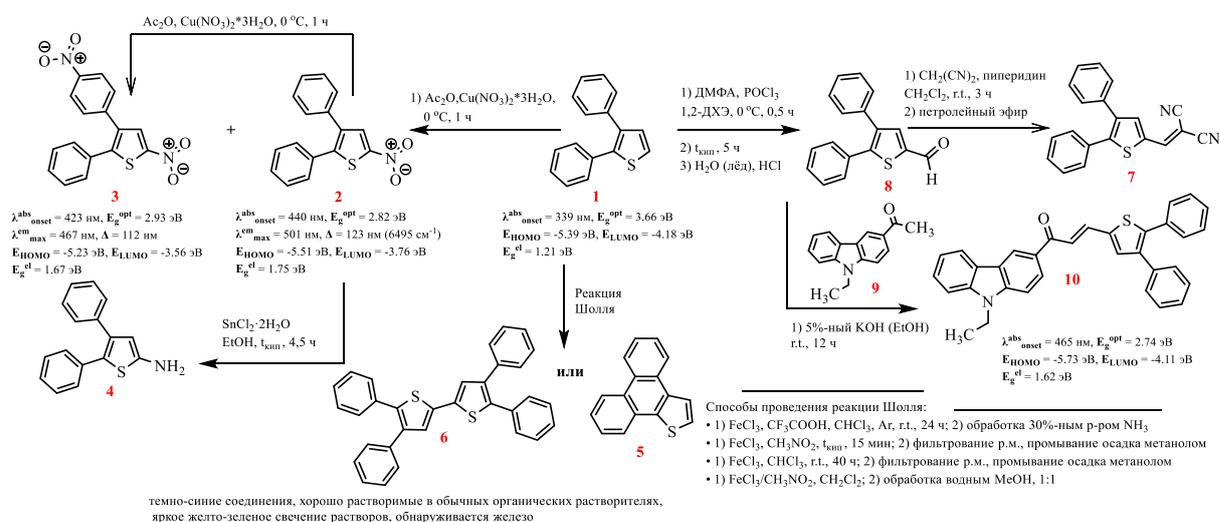
Старикова Н.Д.^{1,2}, Слободинюк Д.Г.², Шкляев Ю.В.², Шкляева Е.В.¹, Бакиев А.Н.^{1,2}

¹Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь

²Институт технической химии УрО РАН, Пермь;

natalis.domini02@mail.ru

Тиофен как π -избыточный гетероцикл относится к соединениям, активно используемым для встраивания в структуру малых молекул, олигомеров и полимеров, составляющих, в свою очередь, основу материалов, успешно применяемых в устройствах органической электроники [1-2]. Известно, что присутствие π -сопряженного заместителя в β -положении тиофенового цикла полезно, например, для замедления переноса электронов от TiO_2 к окисленному красителю в устройствах OLED [3]; часто это конденсированные гетероциклы [4]. В рамках работы выполнена функционализация 2,3-дифенилтиофена **1**, введены такие группы как $-\text{C}=\text{O}$, $-\text{NO}_2$, $-\text{CN}$, NH_2 , которые далее будут использованы для синтеза расширенных π -сопряженных структур. Исследованы оптические и электрохимические свойства синтезированных соединений.



Начато исследование поведения тиофена **1** в условиях реакции Шолля с участием FeCl_3 . Предполагалось, что результатом может стать появление двух продуктов реакции - димера (**6**), как результата межмолекулярного сшивания тиофеновых фрагментов, и конденсированного цикла (**5**), как результата внутримолекулярного взаимодействия двух бензольных колец (собственно реакция Шолля).

1. Handbook of Thiophene-based Materials: Appl. in Electr. & Photon., V.2, Wiley, 2009. 910 p.
2. Y.N. Solodukhin *et al.* // Mater. Today Energy, 2021, 22, 100863
3. K.R.J. Thomas, *et al.* // Chem. Mater., 2008, 20(5), 1830.
4. D. Yue, *et al.* // J. Org. Chem., 2002, 67(6), 1905.

ЧЕТЫРЕХКОМПОНЕНТНЫЙ СИНТЕЗ 4-АРИЛ(ГЕТАРИЛ)-2-МЕТИЛ-5-ОКСО-1,4,5,6,7,8-ГЕКСАГИДРОХИНОЛИН-3-КАРБОКСАМИДОВ

Старовойтова М.О., Носова Н.В., Гейн В.Л.

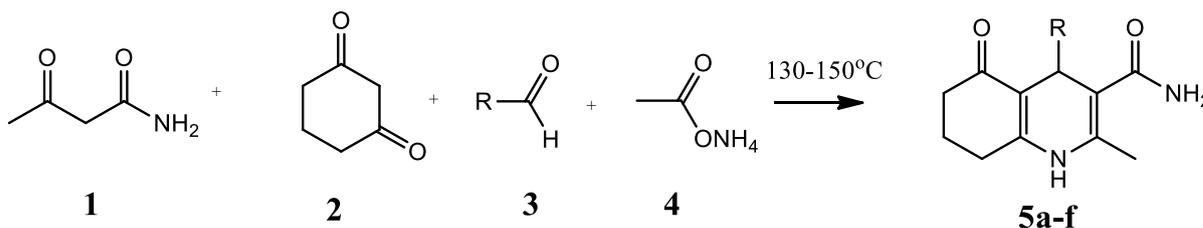
Пермская государственная фармацевтическая академия Министерства

Здравоохранения Российской Федерации, Пермь,

starovojtova.masha@yandex.ru

Известно, что замещенные гексагидрохинолины проявляют широкий спектр фармакологической активности [1-4]. Реакция Ганча является удобным и экономически доступным методом синтеза 5-оксо-1,4,5,6,7,8-гексагидрохинолинов, функционализированных сложноэфирными или амидными группами [5^{a,b}].

В продолжение исследований нами было изучено взаимодействие незамещенного амида ацетоуксусной кислоты **1** с 1,3-циклогександионом **2**, ароматическим (гетероциклическим) альдегидом **3** и ацетатом аммония **4** в отсутствие растворителя. Конденсация успешно протекает при сплавлении реагентов в течение 10-15 минут при температуре 130-150°C с образованием замещенных 5-оксо-1,4,5,6,7,8-гексагидрохинолин-3-карбоксамидов **5a-f**.



R= Ph (**5a**), 4-FC₆H₄ (**5b**), 4-ClC₆H₄ (**5c**), 2-BrC₆H₄ (**5d**), 4-i-PrC₆H₄ (**5e**), pyridin-3-yl (**5f**).

Следует отметить, что четырехкомпонентный синтез Ганча сопровождается образованием в качестве побочного продукта акридинового цикла. Понижение температуры сплавления до 130-140°C, а также 10% избыток ацетоацеамида позволяют получать чистый продукт с хорошим выходом.

Список литературы

1. Vanaerschot M., Lucantoni L., Li T., Combrinck J.M., et al. *Nat. Microbiol.* 2017, 2, 1403.
2. Shahraki O., Edraki N., Khoshneviszadeh M., et al. *Drug Des. Dev. Ther.* 2017, 11, 407.
3. Kumar A., Sharma S., Tripathi V.D., et al. *Bioorg. Med. Chem.* 2010, 18, 4138.
4. Safak C., Erdemli I., Sunal R. *Arzneimittelforschung.* 1993, 43, 1052.
5. ^aNagarapu L., Dharani Kumari M., Vijaya Kumari N., Kantevari S. // *Catalysis Communications.* 2007. Vol. 8, N. 12. P. 1871; ^bGein V.L., Kazantseva M.I., Kurbatova A.A. // *Russ. J. Org. Chem.* 2011. Vol. 47. N. 6. P. 886.

РЕАКЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ СИСТЕМЫ

АЦИЛХЛОРИД – КАРБОНОВАЯ КИСЛОТА

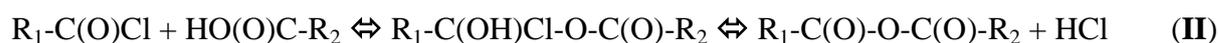
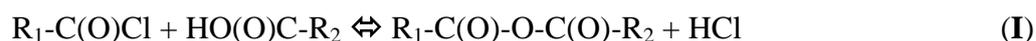
Терентьев А.В., Варфоломеева В.В.

Самарский университет, Самара

varf2@ssau.ru

В настоящее время нет надёжных данных, свидетельствующих о получении ангидридов в результате взаимодействия ацилхлоридов с карбоновыми кислотами. Имеются редкие данные о том, что в системе могут образовываться побочные продукты. Настоящая работа представляет с современных позиций исследование возможного реакционного пути и условий для осуществления термодинамического и кинетического контроля с целью управления ходом реакции в системе ацилхлорид – карбоновая кислота.

Методом B3LYP/aug-cc-pVDZ проведён расчёт одно- (I) и двухстадийных (II) би- и тримолекулярных реакций между ацилхлоридами с $R_1 = \text{H, Me, } n\text{-Pr, } n\text{-Pen, CCl}_3, \text{Ar}$ и карбоновыми кислотами с $R_2 = \text{H, Me, Et, } n\text{-Pr, } n\text{-Pen, CCl}_3, \text{Ar, MeAr}$:



Для большинства систем оказалось, что получение ангидридов при взаимодействии ацилхлоридов с карбоновыми кислотами термодинамически не выгодно, предреакционные комплексы примерно на 10–20 кДж/моль стабильнее продуктов. Это хорошо согласуется с отсутствием литературных данных о возможности реализации такой реакции.

Подробное рассмотрение различных реакционных путей позволило найти некоторые особенности, которые позволяют изменить традиционное представление об этой реакции. Так при взаимодействии $\text{CCl}_3\text{-C(O)Cl}$ с HOOC-R_2 продукты на несколько кДж/моль стабильнее реагентов, что создаёт термодинамические предпосылки для протекания реакции. Для протекания прямой бимолекулярной реакции требуется преодолеть барьер 91–107 кДж/моль. Возможность реализации реакции через интермедиат приводит к снижению барьера до 74–91 кДж/моль, а это уже позволяет осуществлять кинетический контроль. Интересными оказались исследования реакции взаимодействия бензоилхлорида с карбоновыми кислотами, которые имеют ряд отличительных особенностей в управлении реакцией. В итоге, были установлены новые схемы процессов, о чём ранее не сообщалось.

МОДИФИКАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩИМИ ГРУППАМИ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРОВСКИТНЫХ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ

Терещенко М.Д.,^{1,2} Заmoreцков Д.С.,¹ Аккуратов А.В.,¹ Кузнецов И.Е.¹

¹ФИЦ ПХФ и МХ РАН, 142432, Россия, Черноголовка, пр. акад. Семенова, д.1

²ПНИПУ, 614990, Россия, Пермский край, Пермь, Комсомольский проспект, д. 29

mishater1@yandex.ru

Сопряженные полимеры и низкомолекулярные соединения сочетают уникальные механические, оптические и электронные свойства, что позволяет использовать их для создания различных типов тонкопленочных электронных устройств таких как перовскитные солнечные батареи (ПСБ), полевые транзисторы, диоды и др. ПСБ демонстрируют высокие эффективности преобразования света, однако их эксплуатационная стабильность остается все еще низкой. Одним из возможных подходов решения проблемы является введение в архитектуру ПСБ дырочно-транспортных слоев (ДТС) с оптимальными пленкообразующими и зарядово-транспортными характеристиками. Трифениламин обладает выраженными электронодонорными свойствами и является перспективным блоком для построения органических полупроводниковых материалах р-типа. В данной работе получено 2 новых низкомолекулярных соединения на основе трифениламина и тиофена, а также полимер на основе трифениламина и карбазола (Рис.1). Боковые алкильные цепи использовались для улучшения растворимости, а кремнийсодержащие заместители вводились для повышения кристалличности. Эффективность ПСБ с применением соединений 1, 2 и 3 составила 16.4%, 13.9% и 15.8%, соответственно. Полученные результаты показывают, что кремнийсодержащие сопряженные соединения являются перспективными органическими полупроводниковыми материалами. Дальнейшая оптимизация структуры ДТС может привести к значительному повышению достигнутых КПД.

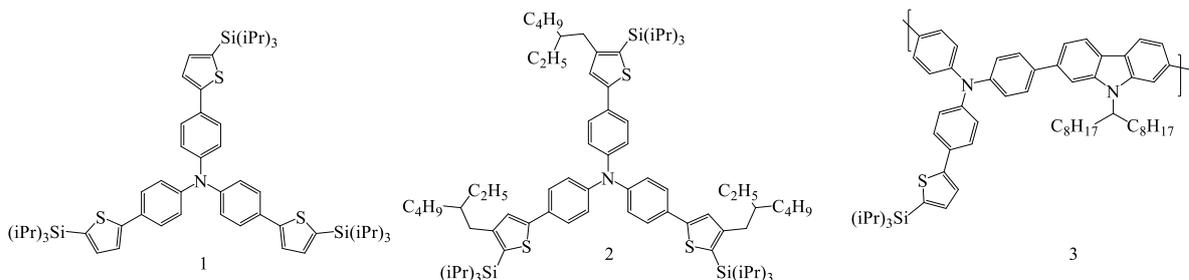


Рисунок 1. Молекулярные формулы разработанных соединений.

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках госзадания (122111700041-8).

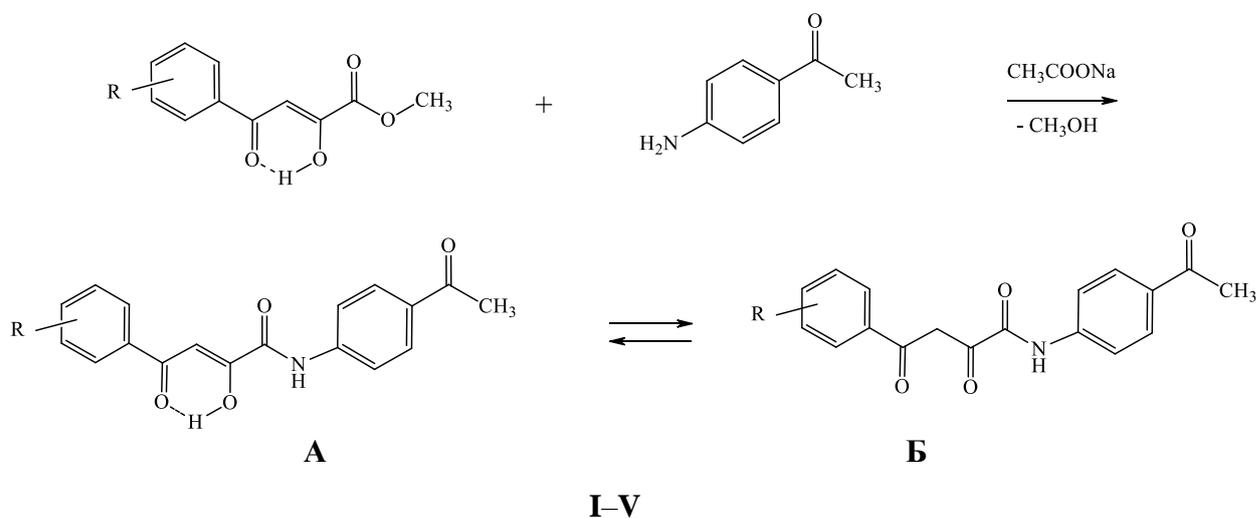
СИНТЕЗ 4-АРИЛ-N-(4-АЦЕТИЛФЕНИЛ)-2-ГИДРОКСИ-4-ОКСОБУТ-2-ЕНАМИДОВ

Турчин И.В., Непогодина Е.А., Бобровская О.В., Гейн В.Л.

ФГБОУ ВО «Пермская государственная фармацевтическая академия», Пермь
vavaos@ya.ru

Согласно данным литературы, 4-аминоацетофенон используют в синтезе различных биологически активных соединений, проявляющих разнообразный спектр физиологической активности. Фрагмент 4-аминоацетофенона является составной частью полиенового антибиотика леворина, наиболее активного в отношении *Candida albicans* и некоторых простейших (амебы, лейшмании, трихомонады).

С целью синтеза новых производных ароилпировиноградных кислот и изучения их биологического действия представляло интерес получить *N*-ариламида 4-арил-2-гидрокси-4-оксобут-2-еновых кислот, содержащие в амидном фрагменте остаток 4-аминоацетофенона. Установлено, что при кипячении 4-аминоацетофенона с метиловыми эфирами ароилпировиноградных кислот в ледяной уксусной кислоте в течение 20–30 минут в присутствии безводного натрия ацетата образуются 4-арил-*N*-(4-ацетилфенил)-2-гидрокси-4-оксобут-2-енамиды (I–V).



R = 4-Br (I); H (II); 3-NO₂ (III); 4-CH₃O (IV); 4-C₂H₅O (V).

Синтезированные соединения (I–V) – светло-желтые кристаллические вещества, растворимые в ДМФА, ДМСО, при нагревании – в уксусной кислоте, диоксане, метаноле, этаноле и нерастворимые в воде. Строение соединений (I–V) подтверждено данными спектроскопии ЯМР ¹H, ¹³C и ИК-спектроскопии.

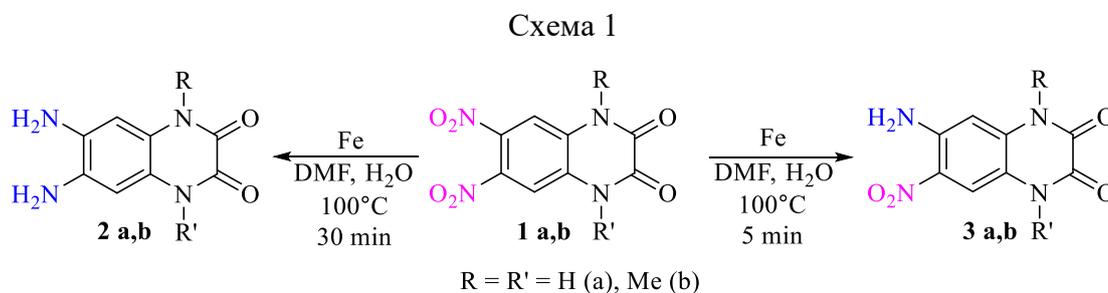
О ВОССТАНОВЛЕНИИ НЕКОТОРЫХ 6,7-ДИНИТРОХИНОКСАЛИНОВ ЖЕЛЕЗОМ

Устинов И.И., Минаева Д.Р., Власова Ю.Н.

Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого, Тула
bai2688@mail.ru

Нитрохиноксалин-2,3-дионы – хорошо известное семейство антагонистов АМРА и NMDA рецепторов, широко применяются в молекулярной биологии и биохимии [1-2]. В связи с чем химическая модификация указанных структур может быть интересна с точки зрения синтеза новых биоактивных молекул.

В настоящей работе нами обнаружено, что восстановление железом 6,7-динитрохиноксалин-2,3-дионов (**1 a,b**) в зависимости от условий реакции, протекает по двум направлениям (схема 1).



Так, проведение восстановления соединений **1 a,b** Fe в 50% водном растворе ДМФА при 100°C в течении 5 минут приводит к образованию нитроаминов **3 a,b**, которые кристаллизуются из маточного раствора при его охлаждении в виде окрашенных игольчатых кристаллов. Если же время синтеза увеличить до 30 минут, то продуктом реакции являются диамины **2 a,b**. В ходе исследования нами было замечено, что растворы соединений **3 a,b** в органических растворителях сильно флуоресцируют в ультрафиолетовом свете (рис. 1.)



Рис. 1. Флуоресценция нитроаминов **3 a,b** в ультрафиолете

Литература

- [1] С.В.М. Poulie, L. Bunch, *ChemMedChem*. **2013**, 8, 205-215.
- [2] A. Dudić, A. Reiner, *Biological Chem*. **2019**, 400, 927-938.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОРТОГОНАЛЬНОЙ РЕАКЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ 2-(2-АЗИДОСТИРИЛ)ФУРАНОВ

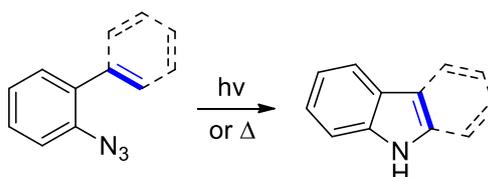
Учускин М.Г.

Пермский государственный национальный исследовательский университет

mi@psu.ru

Основываясь на эффективности, с которой азиды служат предшественниками нитренов, Смит и Браун¹ и Сандберг² разработали методы получения карбазолов и индолов. В настоящее время синтез индолов по Сандбергу заключается в термолизе или фотолизе замещенных 2-азидостирилов с образованием широкого ряда индолов и структурно родственных аналогов (Схема 1).

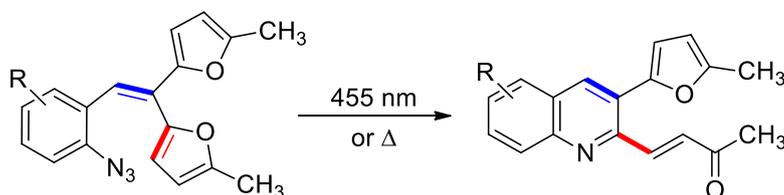
Схема 1.



На основании имеющихся к настоящему времени данных о разложении 2-азидостирилов можно сделать следующий вывод - независимо от количества и природы заместителей при олефиновом фрагменте двойная связь C=C неизменно остается основным реакционным центром, атака по которому завершается исключительным образованием пиррольного кольца. Включение дополнительного реакционного центра с необходимыми стереоэлектронными свойствами, представляет собой потенциальную возможность изменения характера реакционной способности и последующего изменения региоселективности в условиях синтеза индолов по Сандбергу.

В докладе будут представлено систематическое исследование реакций разложения замещенных 2-(2-азидостирил)фуранов с использованием трех различных модельных протоколов: катализа, термолиза и фотолиза (Схема 2). Продукты каталитического распада – 2,3-дизамещенные индолы – являются предсказуемыми и полностью согласуются с литературными данными. Напротив, фотолиз и термолиз привели к образованию замещенных хинолинов; в этом случае образовавшиеся нитрены неожиданно проявили сродство к фурановому ядру, отклоняясь от ожидаемой атаки по олефиновому фрагменту.³

Схема 2.



Библиографический список

1. Smith, P. A. S.; Brown, B. B. *J. Am. Chem. Soc.* **1951**, 73 (6), 2435.
2. Sundberg, R. J.; Russell, H. F.; Ligon, W. V., Jr.; Lin, L.-S. *J. Org. Chem.* **1972**, 37 (5), 719.
3. Magkoev, T. T.; Demidov, O. P.; Abaev, V. T.; Uchuskin, M. G.; Chaliki, P. N., *J. Org. Chem.* **2024**, 89 (8), 5778.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ, проект № 0750-2020-0022.

СИНТЕЗ ЗАМЕЩЕННЫХ ПИРОЛЛО[1,2-А]ИНДОЛОВ

Федоров А.А., Мясников Д.А., Учускин М.Г.

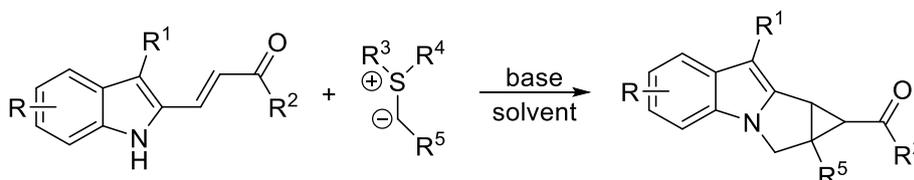
Пермский государственный национальный исследовательский университет

dflt-ferow@yandex.ru

В последние годы особый интерес к построению пиролло[1,2-а]индольного ядра, вследствие его разнообразных фармакологических свойств и распространенности среди многочисленных природных продуктах¹⁻⁵. Алкалоиды имеющие в своей структуре пиролло[1,2-а]индольный фрагмент проявляют противоопухолевые и химиотерапевтические свойства⁶.

Нами был разработан оригинальный и эффективный подход к синтезу замещенных пиролло[1,2-а]индолов, который основан на тандемной реакции легкодоступных 2-(2-ацилвинил)индолов и сульфониевой соли.

Схема 1.



В докладе будут представлены результаты поиска и оптимизации реакционных условий и исследование границ применимости разработанного метода синтеза.

Библиографический список

1. Manian, R. D. R. S.; Jayashankaran, J.; Ragunathan, R. *Synlett* **2007**, 874
2. Borah, H. N.; Deb, M. L.; Boruah, R. C.; Bhuyan, P. J. *Tetrahedron Lett.* **2005**, 3391
3. Yavari, I.; Adib, M.; Sayahi, M. H. *J. Chem. Soc., Perkin Trans. 1* **2002**, 1517
4. Padwa, A.; Fryxell, G. E.; Gasdaska, J. R.; Venkatramanan, M. K.; Wong, G. S. J. *Org. Chem.* **1989**, 54, 644
5. Verboom, W.; Reinhoudt, D. N. *Recl. Trav. Chim. Pays-Bas* **1986**, 105, 199
6. Namiki, H.; Chamberland, S.; Gubler, D. A.; Williams, R. M. *Org. Lett.* **2007**, 9, 5341

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-73-10099, <https://rscf.ru/project/24-73-10099/>

НАПРАВЛЕННАЯ ФУНКЦИОНАЛИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДНОГО АЛИЗАРИНА СОДЕРЖАЩЕГО БРОМФЕНАЦИЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

Харламова Т.В., Габдракипов А.В.

АО «Институт химических наук им. А.Б. Бектурова»,

Алматы, Республика Казахстан

kharlamovatv@mail.ru

Производные 9,10-антрахинона представляют важных класс соединений с широким практическим использованием. Интерес к ним обусловлен также наличием у них разнообразной биологической активности и применением в качестве лекарственных средств. Их химическая функционализация является конструктивным подходом к синтезу молекул обладающих биологической активностью, а наличие в структуре гидроксильных групп обеспечивает разнообразные направления для химических модификаций. Исходным каркасом для химической модификации служило производное ализарина (1,2-дигидрокси-9,10-антрахинон) в структуру которого по β -гидроксильной группе введен бромфенацильный заместитель. С целью исследования процесса получения сложных эфиров бромфенацильного производного ализарина реакции проводили с использованием в качестве растворителей хлороформа, диоксанае и/или пиридина при непродолжительном нагревании реакционной смеси с хроматографическим контролем за ходом реакции с помощью ТСХ. В качестве реагентов использованы хлорангидриды карбоновых кислот ($R-C(O)Cl$, где $R-CH_3$, C_2H_5 , C_2H_4Cl). ИК-спектры синтезированных производных содержат дополнительные характеристичные полосы поглощения, обусловленные валентными колебаниями карбонильных групп в сложноэфирной связи в области $1772-1784\text{ см}^{-1}$, а полосы в области $2853-3080\text{ см}^{-1}$ отнесены к валентных колебаниям $-CH_2-$, $-CH_3$ групп. В ПМР спектрах вместо сигнала протона α -ОН идентифицируются дополнительные сигналы алифатических протонов введенного заместителя в области 1,82-4,89 м.д., а в спектре ЯМР ^{13}C - слабый сигнал $C=O$ сложноэфирной группы в области 164-169 м.д. и сигналы атомов углерода алифатического фрагмента.

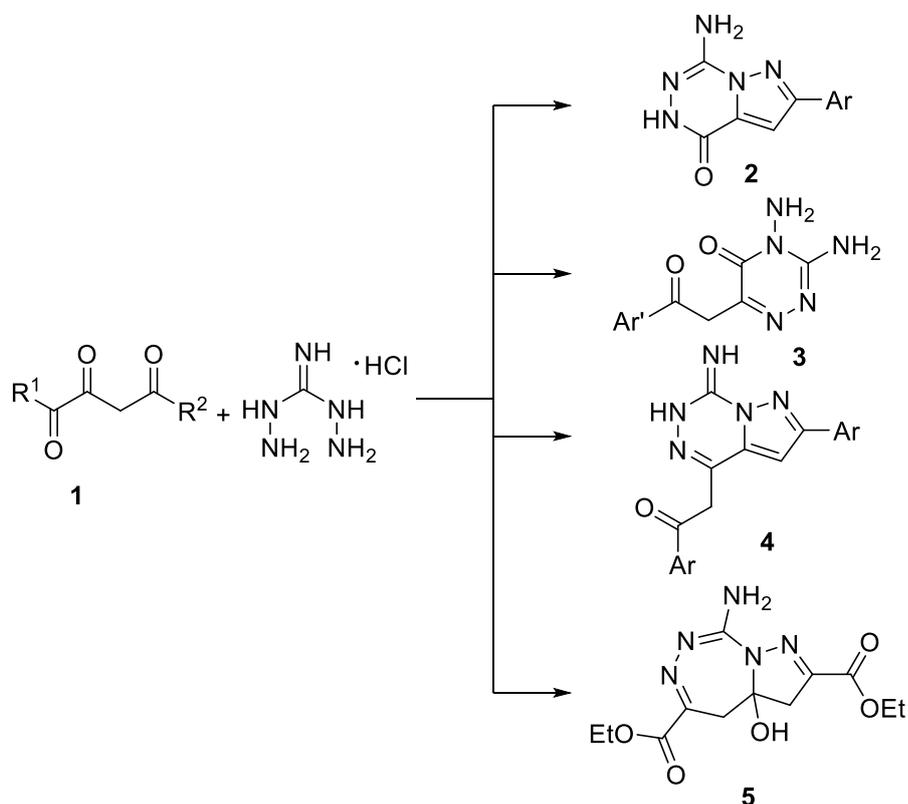
Работа выполнена по программе: «Синтез и создание технологий удобрений, композиций, препаратов и материалов многофункционального действия для применения на пустынных и деградированных землях» ИРН: BR21882220

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ 1,2,4-ТРИКАРБОНИЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ С ГИДРОХЛОРИДОМ 1,3-ДИАМИНОГУАНИДИНА

Храмцова Е.Е., Крайнов А.Д., Масливец А.Н.

Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь
caterina.stepanova@yandex.ru

1,2,4-Трикарбонильные соединения (ароилпировиноградные кислоты и их эфиры, 1,6-диарилгексан-1,3,4,6-тетраоны, 2,4,6-триоксогептандиоаты) **1** объединяют в своей структуре фрагменты α -дикарбонильных и β -дикарбонильных соединений, проявляющих разную реакционную способность, что делает класс 1,2,4-трикарбонильных соединений интересным для исследований их химических свойств. Нами на основе реакций соединений **1** с гидрохлоридом 1,3-диаминогуанидина удалось разработать методы синтеза азагетероциклов **2-5**. Направление исследованных реакций зависит от набора заместителей R^1 и R^2 в соединениях **1**.



Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования (FSNF-2023-0004) и стипендии Президента Российской Федерации молодым ученым и аспирантам (проект СП-838.2022.4).

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕАКЦИИ ЭНАНТИОСЕЛЕКТИВНОГО ВНЕДРЕНИЯ БЕНЗИЛ 2-ДИАЗО-2-ФЕНИЛАЦЕТАТА ПО СВЯЗИ N-H АНИЛИНОВ

Цыкова Е.В., Рубцов А.Е., Ваганов В.Ю.

*Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь
tsykovaev@psu.ru*

Синтез энантиоцистых аминов весьма востребован, поскольку они находят широкое применение в качестве различных лекарственных препаратов или их фрагментов. Кроме того, они также используются как хиральные строительные блоки для синтеза более сложных структур, агрохимикатов и функциональных материалов.

Достаточно перспективным направлением в области создания связи углерод – азот является реакция внедрения карбена по связи N-H. В качестве лигандов могут быть использованы аксиально-хиральные бипиридин-N,N'-диоксиды, успешно используемые в асимметрическом синтезе, показывая высокий уровень стереоселективности.

В данной работе была исследована реакция внедрения бензил 2-диазо-2-фенилацетата по связи N-H анилинов, катализируемая комплексами палладия с рядом аксиально-хиральных бипиридин-N,N'-диоксидов, была проведена оптимизация реакции посредством скрининга предкатализаторов, растворителей, лигандов, изменения температурного режима и использования различных добавок, энантиомерный избыток был увеличен до 65%.

Библиографический список:

1. Nugent, T.C., El-Shazly, M. Chiral Amine Synthesis - Recent Developments and Trends for Enamide Reduction, Reductive Amination, and Imine Reduction // *Advanced Synthesis & Catalysis*.– 2010.– V. 352.– N. 5.– P. 753-819.
2. Tan, F., Pu, M., He, J., Li, J., Yang, J., Dong, S., Liu, X., Wu, Y.-D., Feng, X. Catalytic Asymmetric Homologation of Ketones with α -Alkyl α -Diazo Esters // *Journal of the American Chemical Society*.– 2021.– V. 143.– N. 5.– P. 2394-2402.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, проект № 075-03-2022-161.

НОВЫЕ КОЛОРИМЕТРИЧЕСКИЕ ЗОНДЫ НА ОСНОВЕ АНТРАПИРИДОНА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕДИ

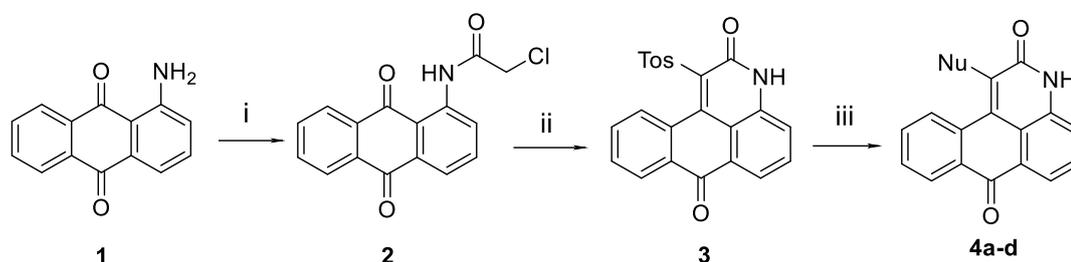
Черненко С.А.^{1,2}, Железнова Т.Ю.^{1,2}, Шацаускас А.Л.^{2,1}, Фисюк А.С.^{2,1}

¹Омский государственный технический университет, Омск

²Омский государственный университет им. Ф. М. Достоевского, Омск

fisyuk@chemomsu.ru

Избыток меди в организме может привести к поражению печени, почек, нервной системы, а также вызвать желудочно-кишечные расстройства, анемию и проблемы с иммунитетом. Ионы Cu^{2+} могут вызывать болезни Паркинсона, Альцгеймера, Вильсона, а также синдром Менкеса [1]. Нами был разработан простой трехстадийный способ получения четырех флуоресцирующих аминокислот на основе антрапиридона из доступных реагентов (рис. 1).



NuH = a) $\text{NH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{COOH}$; b) $\text{NH}_2\text{CH}(\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5)\text{COOH}$;
c) $\text{NH}_2\text{CH}(\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2)\text{COOH}$; d) $\text{NH}_2\text{CH}(\text{CH}_2\text{SH})\text{COOH}$

Схема 1. Реагенты и условия: (i) ClCH_2COCl , бензол, Δ , 1h, 97%; (ii) $\text{MeC}_6\text{H}_4\text{SO}_2\text{Na}$, KI, K_2CO_3 , DMF, 35°C , 13h, 80% (iii) NuH, K_2CO_3 , DMSO, 2-20 дней, 64-86%

Аминокислоты **4a-d** можно использовать в качестве зондов для чувствительного и селективного колориметрического определения ионов Cu^{2+} в среде $\text{H}_2\text{O}/\text{DMSO}$ (9:1 v/v). Аминокислоты **4a-d** образуют комплексы с Cu^{2+} состава 1:1 (HEPES буфер 20mM, pH 7.4 ± 0.1), при этом наблюдается изменение цвета раствора от желтого к красному. Хорошая линейность между абсорбцией и концентрацией Cu^{2+} сохраняется в пределах 0.4-60 μM . Предел обнаружения Cu^{2+} достигает 17 нМ. Зонды **4a-d** можно использовать для тест определения Cu^{2+} вне лаборатории.

Библиографический список

- (1) Hu, J.; Wang, L.; Zhang, X.; et al. Selective Colorimetric Detection of Copper (II) by a Protein-Based Nanoprobe. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy* **2021**, 252, 119462. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2021.119462>.

ОПТИМИЗАЦИЯ СИНТЕЗА ТЕРПЕНИЛАНИЛИНОВ

Шумова О.А., Чукичева И.Ю., Кучин А.В.

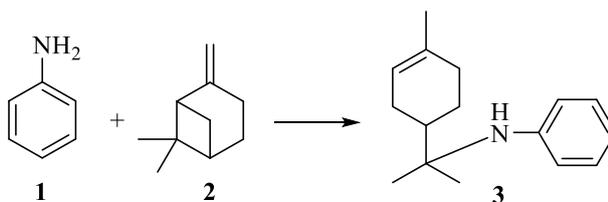
Институт химии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

shumova-1985@mail.ru

Амины широко используют в различных отраслях промышленности. Анилин — важнейшее соединение данного класса. На его основе синтезируют яркие и устойчивые красители, в фармацевтической промышленности получают анестезин, новокаин, стрептоцид, парацетамол и сульфаниламидные препараты. Аминобензол служит исходным сырьем для производства полимерных материалов (полиамид, полиуретан, нейлон, анилинформальдегидные смолы), фотореактивов, взрывчатых веществ (гексанитродифениламин) и стабилизаторов.

Среди анилинов особый интерес представляют соединения с объемными заместителями. В результате исследований в Институте химии Коми НЦ УрО РАН были разработаны эффективные способы получения фенолов и нафтолов, содержащих терпеновый фрагмент. Монотерпены широко используются в парфюмерной и пищевой промышленности, а также в производстве полимеров. Они обладают антисептическим, противовоспалительным и спазмолитическим действием. В виду большого разнообразия эффектов в сочетании с низкой токсичностью, интерес исследователей к терпенам и их производным сохраняется в настоящее время.

Эффективным способом получения терпениланилинов является алкилирование — одностадийный процесс, где нет необходимости в дополнительном оборудовании и дорогостоящих реактивах. Недостатком термического алкилирования анилина β-пиненом является образование нескольких структурных изомеров и продуктов осмоления. Избежать этого удалось при использовании ультразвука, где температура реакционной смеси не превышает 68 °С, конверсия возрастает по сравнению с термическим алкилированием, реакция длится не более 30 минут и основным продуктом является *N*-алкиланилин с *para*-ментеновой структурой терпенового заместителя **3**.



Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (гос. задание № 122040600073-3).

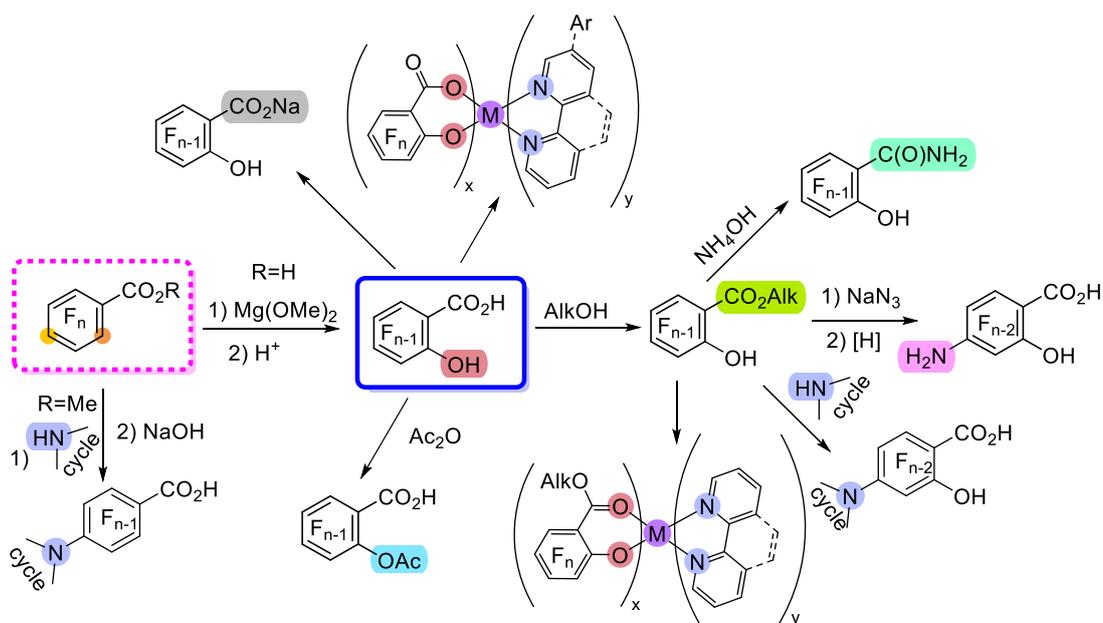
ПОЛИФТОРБЕНЗОЙНЫЕ КИСЛОТЫ – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ СКАФФОЛД ДЛЯ СОЗДАНИЯ БИОАКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Щегольков Е.В., Бургарт Я.В., Щур И.В., Барановский А.Д., Салоутин В.И.

Институт органического синтеза им. И. Я. Постовского УрО РАН, Екатеринбург

esh@ios.uran.ru

В докладе обсуждается возможность использования полифторбензойных кислот и их производных как универсальной платформы для создания биоактивных соединений. В результате селективного монозамещения *орто*-атома фтора в коммерчески доступных полифторбензойных кислотах нами предложен удобный метод синтеза полифторсалициловых кислот, на основе которых получены фторированные аналоги известных лекарственных препаратов салицилового ряда (метилсалицилата, аспирина, салицилата натрия и салициламида), обладающих противовоспалительными и анальгетическими свойствами, а также *para*-аминополифторсалициловые кислоты, проявляющие туберкулостатическое действие. Введение эфиров полифторсодержащих бензойных и салициловых кислот в реакции нуклеофильного замещения с широким рядом циклоалкиламинов позволило синтезировать 4-циклоалкиламинозамещенные производные, среди которых выявлены соединения с анальгетической активностью. Комплексообразование полифторсалициловых кислот или их эфиров с ионами металлов и лигандами бипиридинового типа получены металлокомплексы смешанного типа, сочетающие высокое антибактериальное и противогрибковое действие.



Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ, проект № 24-23-00062.

ПОЛУЧЕНИЕ ПИРРОЛО[1,2-В]ПИРИДАЗИНОВ ПУТЕМ РАСКРЫТИЯ ФУРАНОВОГО ЯДРА

Щербаков Р.О., Учускин М.Г.

Пермский государственный национальный исследовательский университет

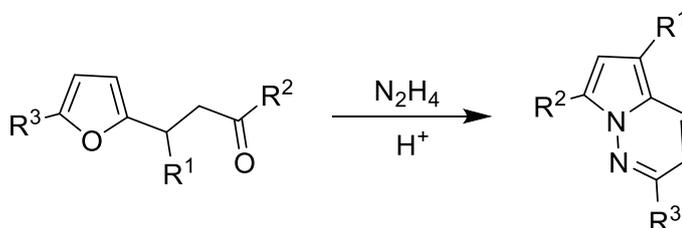
shcher@psu.ru

Фураны играют важную роль в современной органической и медицинской химии. Они обладают разносторонней реакционной способностью и используются в качестве многофункциональных строительных блоков для синтеза различных органических соединений [1].

К производным пирролопиридазинов до сих пор не угасает интерес из-за их разнообразной биологической активности: противомикробной, противовоспалительной, антиоксидантной. Так же благодаря флуоресцентным свойствам они широко используются в полупроводниковых и сенсорных устройствах [2].

Недавно нами было обнаружено, что в реакции с замещенными 3-(фуран-2-ил)алкан-1-онами и гидразин гидратом получают замещенные пирроло[1,2-*b*]пиридазины. Данный процесс представляет особый интерес благодаря проведению синтеза в одnoreакторных условиях.

В докладе будут рассмотрены нюансы и возможности данной реакции.



Библиографический список:

1. Transformation of 3-(Furan-2-yl)-1,3-di(het)arylpropan-1-ones to Prop-2-en-1-ones via Oxidative Furan Dearomatization/2-Ene-1,4,7-triones Cyclization. R. O. Shcherbakov, D. A. Eshmet'eva, A. A. Merkushev, I. V. Trushkov, M. G. Uchuskin. *Molecules*, **2021**, 26(9), 2637
2. Методы синтеза производных пирроло[1,2-*b*]пиридазина и пирроло[1,2-*b*]циннолина (микрообзор). А.Т. Плиева. *Химия гетероциклических соединений* **2019**, 55(3), 199–201 Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ, проект № 24-73-10099.

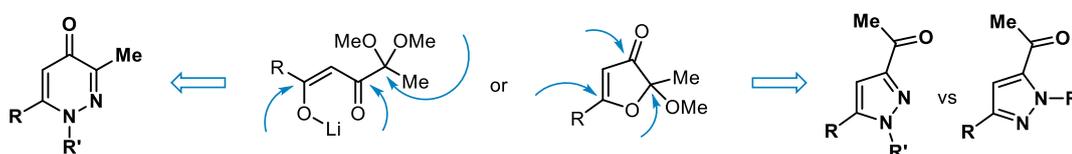
СИНТЕЗ И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ФУНКЦИОналиЗИРОВАННЫХ ПИРАЗОЛОВ НА ОСНОВЕ 1,2,4-ТРИКЕТОНОВ

Эдилова Ю.О., Кудякова Ю.С., Салоутин В.И., Бажин Д.Н.

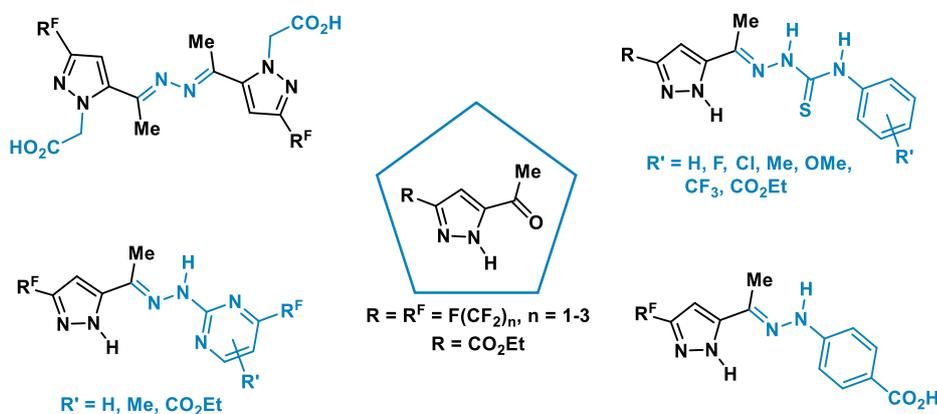
Институт органического синтеза им. И. Я. Постовского УрО РАН, Екатеринбург

edilova_yuliya@mail.ru

Пиразольное кольцо является привлекательным структурообразующим фрагментом в органических и координационных соединениях, определяющим спектр свойств от биологической активности до люминесцентных, каталитических, сенсорных приложений. Использование 1,2,4-трикетонв в реакциях конденсации с гидразинами открывает несколько возможностей для формирования гетероциклических систем [1–3].



В данном докладе рассмотрены вопросы региоселективного синтеза пиразолов в зависимости от природы заместителей при β -дикарбонильном фрагменте и условий проведения реакций, а также возможности дальнейшего использования получаемых функционализированных пиразолов.



Литература:

- [1] Бажин Д.Н., Кудякова Ю.С., Эдилова Ю.О., Бургарт Я.В., Салоутин В.И. *Изв. АН. Сер. хим.*, **2022**, 71, 1321.
- [2] Edilova Y.O., Osipova E.A., Slepukhin P.A., Saloutin V.I., Bazhin D.N. *Int. J. Mol. Sci.*, **2023**, 24, 14234.
- [3] Edilova Y.O., Kudyakova Y.S., Kiskin M.A., Burgart Y.V., Saloutin V.I., Bazhin D.N. *J. Fluor. Chem.*, **2022**, 253, 109932.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (РНФ), проект № 24-23-00355.

Научное издание

**ТЕХНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ.
ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ**

Сборник тезисов докладов
VIII Всероссийской конференции
с международным участием,
посвященной 300-летию Российской академии наук.

Пермский федеральный исследовательский центр УрО РАН, филиал «Институт
технической химии Уральского отделения Российской академии наук», Пермь

ул. Академика Королева, 3
614068, Пермь

Телефон: (342) 237 82 69, факс: (342) 237 82 62

E-mail: conf@itcras.ru

Сайт института: <http://www.itcras.ru>

УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

**ИНСТИТУТ
ТЕХНИЧЕСКОЙ ХИМИИ**



RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
URAL BRANCH

**INSTITUTE OF TECHNICAL
CHEMISTRY**