



Тверской
государственный
университет

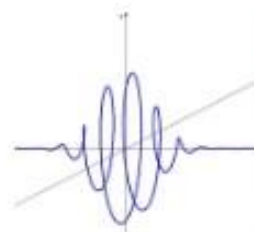


XXX Каргинские чтения

Ежегодная всероссийская научно-техническая
конференция студентов и молодых учёных

«Физика, химия и новые технологии»

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
Тверь, 2024



XXX Каргинские чтения.
Всероссийская конференция «Физика, химия и новые технологии»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Тверской государственный университет»

XXX КАРГИНСКИЕ ЧТЕНИЯ

**Ежегодная всероссийская научно-техническая
конференция студентов и молодых учёных
«Физика, химия и новые технологии»,**

29 марта 2024 года

г. Тверь

Тезисы докладов

ТВЕРЬ 2024

УДК 54(082)

ББК Г.я431

К21

Ответственные за выпуск:

доктор химических наук П.М. Пахомов
кандидат химических наук Н.П. Русакова

К21

XXX Каргинские чтения: тезисы докладов. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2024. – 233 с.

Всероссийская научно-техническая конференция молодых учёных в рамках Каргинских чтений проводится ежегодно, начиная с 1999 г. В сборнике представлены доклады студентов, аспирантов, молодых учёных тверских вузов, а также вузов других городов. Рассмотрены современные проблемы физики, химии и новых технологий.

ISBN: 978-5-7609-1936-6

© Тверской государственный
университет, 2024

© Авторы статей, 2024

Оглавление:

<i>Аверкина М.А.</i> Самоорганизация в низкоконцентрированных водных растворах на основе L-цистеина и цитрата серебра	21
<i>Агоева Э.А., Жанситов А.А.</i> Новый композиционный материал на основе хитозана и метакрилата гуанидина.....	22
<i>Акинчиц М.В., Тарасова А.А.</i> Термогравиметрическое исследование отходов древесины в присутствии солей металлов и силанов	23
<i>Андреев А.А.</i> Разработка устройства для остеосинтеза с внутренним стержнем разветвлённо-лепесткового строения.....	24
<i>Анофриев В.А.</i> О фрактальных свойствах плёнок молибдена	25
<i>Ануфриев А.С.</i> Влияние галогенсодержащих продуктов на огнестойкие свойства пенополиуретанов	26
<i>Арефьев А.А.</i> Синтез квантовых точек сульфида цинка с использованием хлорцинкатной ионной жидкости	27
<i>Арлакова Е.А.</i> Получение микрочастиц методом механического перемешивания	28
<i>Атамас К.А., Горбунова И.Ю., Хохлова Е.В., Полунин С.В., Кербер М.Л.</i> Кинетика отверждения эпоксиполиэфиримидных связующих.....	29
<i>Афанасьева Т.М.</i> Наночастицы серебра, биосинтезированные в водных экстрактах листьев осины	30
<i>Афаунов Ш.А., Слонов А.Л., Жанситов А.А., Мусов И.В.</i> Исследование влияния кратности экструдирования на свойства полиэтилентерефталата	31

<i>Балагова М.З.</i>	Разработка и исследование комплексных титансодержащих катализаторов для синтеза полиэтилентерефталата	32
<i>Балакишина Д.В.</i>	Эффективность использования магнитных носителей для иммобилизации глюкозооксидазы	33
<i>Балтачева С.А.</i>	Синтез и свойства ароматического аминополиола.....	34
<i>Баранник А.А.</i>	Влияние концентрации инициатора гелеобразования на процессы структурирования в гидрогелях на основе L-Cys, AgNO ₃ и KI.....	35
<i>Баранова А.Е.</i>	Влияние Na-КМЦ на свойства агара из красных морских водорослей.....	36
<i>Баржеев А.Д.</i>	Применение палладий содержащих полимерных катализаторов в реакции кросс-сочетания Хека.....	37
<i>Барсукова В.В.</i>	Топологический подход в изучении физико-химических свойств карбоновых кислот.....	38
<i>Басалаев А.В.</i>	Ионное равновесие растворов пектиновых полисахаридов медико-биологического назначения.....	39
<i>Белавенцева О.А.</i>	Количественное определение парацетамола в лекарственных препаратах.....	40
<i>Белькова Е.Ю.</i>	Пектин-белковые комплексы для инкапсуляции лекарственных веществ.....	41
<i>Беляева Е.А.</i>	DFT расчёт структуры димера молекулы сульфатиазола серебра.....	42
<i>Беляков А.А., Андрианова Я.В.</i>	Изучение самосборки золь на основе глутатиона и солей серебра	43
<i>Бесшапошникова Д.А., Брусов В.В.</i>	Выявление наличия слоя полиэтиленвинилового спирта в многослойных полимерных пленках.....	44

<i>Бондарь А.А.</i>	Исследования о поведении стекловолокна при воздействии на него высоких температур	45
<i>Борисов А.К.</i>	Влияние симметрии молекул n-алканов на развитие фазовых переходов.....	46
<i>Бородина А.М.</i>	Получение и исследование полимерных гидрогелей, наполненных углеродными квантовыми точками.....	47
<i>Бугрова Е.В.</i>	Исследование синтеза жидкофазного карбонилирования п-броманизола при атмосферном давлении.....	48
<i>Булкина А.Э.</i>	Мармеладные изделия функционального назначения	49
<i>Бурлаков Е.С., Андрианова Я.В.</i>	Исследование влияния катионов металлов на процесс самосборки в системе L-цистеин/AgNO ₃	50
<i>Буслаев Д.Л.</i>	Механические характеристики полиуретанов на основе диацетата целлюлозы ...	51
<i>Варзар А.А.</i>	Создание ионоселективного электрода для анализа цефуроксима.....	52
<i>Васильева Д.В.</i>	Влияние катализатора на процесс ацилирования неанола 9-12.....	53
<i>Велмурадов А.А.</i>	Влияние доз органоминерального удобрения на почвенные показатели	54
<i>Велмурадов А.А.</i>	Эффективность использования селеновых микроудобрений при выращивании цукини	55
<i>Велмурадов А.А.</i>	Сравнительное влияние комплексонатов меди и молибдена на продуктивность капусты белокочанной	56
<i>Вересов С.А., Серов С.В.</i>	О гистерезисе температур плавления и кристаллизации в четырехкомпонентных металлических наночастицах	57
<i>Виноградов И.О.</i>	Датчик регистрации деформации для определения модуля Юнга	58

<i>Волкова В.М.</i>	Наночастицы серебра, полученные с использованием водных экстрактов листьев Багульника болотного	59
<i>Вольга А.А.</i>	Использование нетрадиционных видов сырья в производстве конфет типа пралине	60
<i>Воробьева А.Д., Туманова Г.А.</i>	Деоксигенация стеариновой кислоты в присутствии катализаторов на основе шунгита	61
<i>Воробьева А.О.</i>	Термическая стабильность и электропроводность тетрахлорферратов и тетрахлорманганатов N-алкилпиридиния	62
<i>Гаврилова Е.П.</i>	Синтез твёрдых кислотных катализаторов на основе сверхсшитого полистирола	63
<i>Гагай О.О., Сергеев Н.К.</i>	Выделение маннита и липидо-пигментного комплекса из бурых водорослей	64
<i>Галицкий Д.А.</i>	Разработка модуля управления лабораторной установкой по изучению движения маятника Максвелла	65
<i>Галузин И.Р.</i>	О взаимосвязи структуры и стабильности биметаллических наночастиц Ni@Ag и Ag@Ni	66
<i>Гарюк И.Д.</i>	Влияние длительности отжига на микроструктуру гетерогенного сплава Sm-Gd-Zr-Co-Cu-Fe	67
<i>Герасимов Д.И.</i>	Релаксационные процессы и фазовая кристаллическая структура пленок поливинилденфторида	68
<i>Гладкова Л.А.</i>	Исследование антиоксидантной активности и биологической активности водных экстрактов, полученных из створок фасоли	69
<i>Голец А.А., Рязанова А.Ю.</i>	Оценка микроструктурных особенностей водополимерных эмульсий	70

<i>Голубев Д.И.</i>	Исследование стабильности двуслойной нанопленки кремния с использованием потенциала Стилленджера-Вебера	71
<i>Горбань А.П.</i>	Изучение потенциала листьев боярышника для производства наночастиц серебра	72
<i>Григорьев Р.Е., Савина К.Г.</i>	Сравнение энергетических спектров в бинарных Ni-содержащих наночастицах в процессе избирательной коррозии	73
<i>Грипенко А.В.</i>	Каталитическое гидрирование глюкозы в проточном реакторе: влияние температуры и давления	74
<i>Гурьева С.А.</i>	Возникновение конформационных дефектов в линейных цепях тетракозана при твердофазных переходах	75
<i>Гусева Д.Д.</i>	Производство изделий из полиэфирных стеклопластиков методом RTM	76
<i>Дмитриева А.А.</i>	Исследование процесса каталитической деоксигенации смеси фенольных соединений в сверхкритических условиях	77
<i>Домакова А.И.</i>	Исследование процесса жидкофазного гидрирования бензола в присутствии металлосодержащих каталитических систем, стабилизированных в ароматических полимерных сетках	78
<i>Дударева Е.А.</i>	Влияние катионов металлов на температуру и время гелеобразования к-каррагинана	79
<i>Дудиловская А.В.</i>	Методы исследования диэлектрических образцов на сканирующем электронном микроскопе	80
<i>Дьякова Е.В.</i>	Использование метода весов для уточнения значений параметров действительной составляющей диэлектрической дисперсии	81

<i>Егорова А.Д.</i> Получение производных синтанола АЛМ-7 на основе ангидридов карбоновых кислот.....	82
<i>Егорова К.А.</i> Воздействие знакопеременного магнитного поля на оптическое пропускание монокристаллов германия и кремния	83
<i>Егорова У.В.</i> Электропроводность растворов дицианамидов N-алкилпиридиния с различной длиной алкильной цепи в ацетонитриле	84
<i>Емельянова С.Д.</i> Исследование каталитической системы для процесса гидроочистки нефти и биомассы.....	85
<i>Ершов Н.А.</i> Изучение процесса гелеобразования в цистеин-серебряном растворе под действием каррагинана.....	86
<i>Жиганова А.О.</i> Молекулярно-динамическое моделирование изомеров металлических наночастиц	87
<i>Зварич М.С.</i> Процессы переключения и диэлектрические свойства монокристаллов ниобата бария стронция, легированных ионами тулия и гольмия	88
<i>Зеников Г.Р.</i> Влияние катиона на процесс гелеобразования в L-цистеин – AgNO ₃ – хитозан- SO ₄ ²⁻ водных растворах	89
<i>Зимин Р.В.</i> Устройство измерения угловых величин на основе макроизгиба оптического волокна	90
<i>Зиновьев Н.А.</i> Определение оптимальных условий послойного наплавления филамента для деталей с низкой изотропностью механических свойств.....	91
<i>Змановский Р.А., Корцов Д.А.</i> Экстракция параметров компактной модели варикапа на базе экспериментальных данных	92

<i>Зорин Д.Р.</i>	Особенности поведения компонентов при формировании локальной структуры в бинарных наночастицах Ti-V	93
<i>Иванова А.А.</i>	Интегральные электронные характеристики групп этилендиаминтетраацетата магния.....	94
<i>Ильинова К.О.</i>	Калориметрическое исследование энтальпии межфазного взаимодействия эпоксидной смолы с наночастицами металлов.....	95
<i>Кадомцев А.А., Кадомцева А.В.</i>	Анализ химического состава удобрений и его влияние на растения	96
<i>Каракеян И.В.</i>	Изомерия металлических нанокластеров и особенности их плавления.....	97
<i>Кафтанов А.Д.</i>	Термическая стабильность железосодержащих ионных жидкостей	98
<i>Керьюшев А.В.</i>	Программно-аппаратный комплекс управления прессом в установке «Петромеханикс»	99
<i>Киреев Е.С.</i>	Влияние дополнительного морковного сырья различной технологической обработки на качество готовых макаронных изделий	100
<i>Клейменова О.В., Чигасов М.Ю.</i>	Влияние внутренних напряжений на адгезию полиуретановых клеев	101
<i>Козликова Е.Е.</i>	Определение йода модифицированным способом	102
<i>Колобков В.В.</i>	Синтез ненасыщенных полиэфирных смол.....	103
<i>Королёв А.И.</i>	Гидрирование глюкозы на рутенийсодержащих биметаллических катализаторах.....	104
<i>Корпакова Т.Н., Кадомцева А.В.</i>	Наноразмерные системы на основе германия для опто- и наноэлектроники.....	105
<i>Косолапов Н.А.</i>	Анализ микромагнитной структуры композиционного материала 10%Nd ₂ Fe ₁₄ B/90%Sm(Co _{0,6} Cu _{0,4}) _{6,0}	106

<i>Косячкова В.И.</i>	Механизированная технология возделывания гречихи	107
<i>Кофейникова А.М.</i>	Влияние структуры солей морфолина на коллоидно-химические свойства водных растворов	108
<i>Кочерова В.А.</i>	Эффективность применения комплексонатов микроэлементов в технологии возделывания картофеля	109
<i>Кочерова В.А.</i>	Изменение биохимического состава клубней картофеля при использовании боросодержащих соединений	110
<i>Кравец О.Б.</i>	Физико-химические методы анализа комбинированных лекарственных средств	111
<i>Криворотова Е.А.</i>	Гидрофильные свойства и растворимость агарозы	112
<i>Крюков Т.В.</i>	Исследование твердого комплекса празеодима методом сканирующей электронной микроскопии	113
<i>Кудласевич И.А.</i>	Механизированная технология возделывания овса	114
<i>Кудрян А.В.</i>	Оптические и механические свойства кристаллов германия, легированных кремнием	115
<i>Кузнецова Е.Д.</i>	Термодинамика взаимодействия с водой сополимеров диаллилдиметиламмоний хлорида с акриловой кислотой	116
<i>Кузнецова Л.С.</i>	Гидрирование мальтозы на рутениевых катализаторах, полученных с использованием неорганических подложек	117
<i>Кузьмина О.Е.</i>	Спектрофотометрическое определение беталаинов в растительном материале	118

<i>Кузьмина О.Е.</i>	Эффективность применения боросодержащих соединений на разных сортах моркови	119
<i>Кузьмин Н.Б.</i>	Применение фрактального анализа для исследования висмутсодержащих феррит-гранатовых плёнок	120
<i>Кузьмин Н.Б.</i>	Применение фрактального анализа для исследования структуры цистеин - серебряного раствора.....	121
<i>Кузьпелев Н.А.</i>	Анализ стабильности наночастиц серебра, синтезированных в водных экстрактах растений, с помощью спектральных методов.....	122
<i>Кулагина П.В.</i>	Оценка урожайности и качества клубней сортов картофеля с цветной мякотью в условиях ЦРНЗ РФ	123
<i>Кулебакина Е.Б.</i>	Влияние условий на ожигение древесных опилок	124
<i>Левицкая А.В.</i>	Исследование свойств эфирных масел лаванды для выявления фальсификации	125
<i>Липатова Е.Е.</i>	Влияние магнитного поля на реологические свойства укусно-водных растворов хитозана.....	126
<i>Лисицкий Т.М.</i>	Новый синтез комплексонов на основе акриловой кислоты.....	127
<i>Ломоносов Г.Д., Савельев Я.П.</i>	Об оптимизации программного комплекса OVITO.....	128
<i>Любимов П.И.</i>	Изучение физико-механических свойств модифицированных полимеров на основе трифункционального эпоксидного олигомера	129
<i>Мавренкова Н.А.</i>	Применение безлигандных полимерных катализаторов в реакции кросс-сочетания Соногаширы.....	130
<i>Майфат Д.А.</i>	К теории линейного отклика	131

Макулин А.А., Глинский Д.Р.

Модифицированная керамика ниобата калия натрия 132

Мальшеев М.Д.

Влияние углеродных нанотрубок на структуру волокна на основе полиакрилонитрила 133

Мартынов И.А.

Контроль качества сырья, материалов и готового продукта при производстве комбикормов для домашних животных на ОАО «Мелькомбинат» 134

Маслякова Е.С.

Продуктивность топинамбура при некорневых подкормках в технологии возделывания 135

Меденков В.Д.

Кинетика окисления меди кислородом в водных растворах тиосульфата, тиомочевины и их смесей 136

Механников И.А.

Золь-гель переход в коллоидных растворах аминокислоты *L*-цистеин и нитрата серебра под влиянием бромид-аниона 137

Минеева Т.А.

Химическая модификация литьевого полиуретана ароматическим диолом 138

Миронова С.В.

Синтез и анализ комплекса цефуроксима с алюминием 139

Митина Е.Б.

Влияние отжига на магнитную вязкость $GdCo_{5-x}Cu_x$ 140

Митченко А.С.

Оптимизация свойств керамики твердых растворов на основе $Ca_{0,3}Ba_{0,7}Nb_2O_6$.. 141

Лукиев И.В., Михайлов И.В.

Исследование трибологических свойств полимерных щёток из гребнеобразных макромолекул 142

Мишурина Т.Р.

Наблюдение релаксации доменной структуры поверхности магнетика $TbFe_9Ti$ методом магнитно-силовой микроскопии 143

Мусов Х.В., Слонов А.Л., Жанситов А.А., Глухов А.Ф., Афаунов Ш.А., Мусов И.В.

Исследование влияние дискретных углеродных волокон на физико-механические свойства ПА-6 144

<i>Назарова П.А.</i>	
Сравнительный анализ микроэлементного состава воды родников д. Каменка и д. Вашутино	145
<i>Непша Н.И., Митинев Е.С.</i>	
О проблеме термической стабильности/нестабильности тернарных наночастиц NiPdPt.....	146
<i>Непша Н.И., Тактаров А.А.</i>	
Исследование локальных структур в тернарном наносплаве NiPdPt.....	147
<i>Носаева В.С.</i>	
Модификация цеолитов для синтеза 1,2-диметоксибензола	148
<i>Огнев Д.Д.</i>	
Выбор селективного травителя для псевдоморфных структур.....	149
<i>Оликсюк А.В.</i>	
Синтез и физико-химические свойства метилсульфатов N-алкилпиридиния.....	150
<i>Орлов В.В.</i>	
Применения биологической конверсии при глубокой переработке лигноцеллюлозного сырья.....	151
<i>Орлов А.А.</i>	
Исследование и моделирование распределения полей рассеяния одноосных магнитных материалов	152
<i>Орловская А.А.</i>	
Определение физико-химического показателя (влажность) кедровой муки.....	153
<i>Павлов А.С.</i>	
Каталитический пиролиз отходов кофе в присутствии окидов металлов II(A) группы	154
<i>Павлов А.В.</i>	
Экспериментальное и теоретическое исследование ИК спектра натриевой соли цефотаксима	155
<i>Павлов Д.А.</i>	
Релаксационные процессы в ниобийсодержащих кристаллах титаната бария ...	156
<i>Плахотник В.А.</i>	
Анализ силикатобетона на содержание кальция	157
<i>Полев О.В.</i>	
Изучение структуры моно- и бинарных металлических наноклеток	158

<i>Полякова Е.Э.</i>	Особенности взаимодействия цистеин-серебряного золя и геля с водорастворимыми полимерами.....	159
<i>Попова Т.О.</i>	Взаимодействие полиамфолитной нанокolloидной частицы с полиэлектролитной щеткой: теоретическое моделирование в приближении самосогласованного поля	160
<i>Ригер Е.Н.</i>	Исследование ацетоновых экстрактов каучуков медицинского назначения методом гель-проникающей хроматографии	161
<i>Рихмайер А.М.</i>	Теоретический расчёт электронных параметров антрацена.....	162
<i>Рихмайер М.А.</i>	Программная реализация качественного анализа систем методами нелинейной динамики.....	163
<i>Рябчикова А.В.</i>	Исследование антиоксидантной активности водных экстрактов, полученных из шротов растительного сырья.....	164
<i>Савельев Я.П., Ломоносов Г.Д.</i>	Структурные превращения в многокомпонентных металлических наночастицах в температурном интервале фазового перехода : молекулярная динамика и метод Монте-Карло	165
<i>Савенко А.О.</i>	Эмульсии различного типа, стабилизированные додецилсульфатом натрия и TWEEN-80.....	166
<i>Савина К.Г., Григорьев Р.Е.</i>	Об особенностях поведения локальной структуры в бинарных Ni-содержащих наночастицах в процессе избирательной коррозии	167
<i>Савицкая Ю.А.</i>	Исследование влияния приведённых параметров дисперсной структуры филамента на основе ABS-пластика на прочностные характеристики изделий ..	168
<i>Садеков Б.Г.</i>	Исследование кинетики алкоголиза поликарбоната	169

<i>Садертдинова Д.В.</i>	Технология возделывания топинамбура с применением комплексных удобрений серии Акварин	170
<i>Салазкин Н.С.</i>	Зеленый синтез наночастиц серебра и их физико-химические свойства.....	171
<i>Сальников Д.В.</i>	Компьютерное моделирование самосборки супрамолекулярных структур в системе на основе <i>L</i> -цистеина и нитрата серебра.....	172
<i>Самсонова К.А.</i>	Крашение метаарамидных волокнистых материалов	173
<i>Севрюков В.Е.</i>	Влияние отжига на микроструктуру и фазовый состав соединений (Gd,Sm)Co ₃ Cu ₂	174
<i>Селезней А.И.</i>	Реализация цифрового фильтра для обработки рефлектометрических данных ..	175
<i>Серов С.В., Вересов С.А.</i>	Сегрегационное поведение компонентов в четырехкомпонентных металлических наночастицах.....	176
<i>Симиаг Ю.В.</i>	Влияние молибденсодержащего хелатного комплекса на семенную урожайность сортов гороха.....	177
<i>Сироджов Ю.М.</i>	Влияние расчетных доз удобрений и хелата цинка на продуктивность брюквы.	178
<i>Склярова А.С.</i>	Прочностные свойства синтетических комплексных нитей и полотен из сверхвысокомолекулярного полиэтилена.....	179
<i>Смирнова К.А.</i>	Процессы самоорганизации в глицин-серебряном растворе при добавлении поливинилового спирта и под воздействием УФ излучения.....	180
<i>Смирнова М.П.</i>	Получение коллоидных растворов наночастиц серебра.....	181
<i>Смородинова Я.А.</i>	<i>Galleria Melonella</i> – источник белка для животных	182

<i>Смотров В.А.</i>	Исследование зависимости электропроводности водных растворов хлорида N-бензил-N-децил-N, N-диэтиламмония от температуры и концентрации	183
<i>Соколов В.А.</i>	Исследование воздействия аминокислоты пролина на стимуляцию роста растений	184
<i>Солдатова А.Г.</i>	Исследование влияния растворов цистеина на ранние этапы развития льна культурного	185
<i>Сорокина П.А.</i>	Получение алкил- <i>n</i> -гидроксibenзоатов	186
<i>Стиридонова Ю.В.</i>	Исследование процесса жидкофазного гидрирования нафталина в присутствии металлосодержащих каталитических систем, стабилизированных в ароматических полимерных сетках	187
<i>Степаков Д.А.</i>	Лабораторные работы в Jupyter notebook для курса «Цифровая обработка сигналов»	188
<i>Степанов М.Г.</i>	Исследование возможности совмещения грязеотталкивающей и огнезащитной отделки изделий из полиамидных волокон	189
<i>Сутугина К.А.</i>	Квантово-химическое исследование комплексов Cu(II) и Ag (I) с цефуроксимом.....	190
<i>Сухорукова А.А.</i>	Создание ионоселективного электрода для анализа амоксициллина.....	191
<i>Тарабанова А.А.</i>	Синтез цитрилглицерида	192
<i>Терешина Е.Д.</i>	Влияние условий на гидролиз древесных опилок	193
<i>Терновая С.В.</i>	Получение сложных эфиров карбоновых кислот на основе бетулина и исследование их свойств	194

<i>Терновая С.В.</i>	Получение и исследование свойств моноэфиров сорбитана и высших жирных кислот.....	195
<i>Тищенко В.С.</i>	Сравнение заряда и объёма групп зарины и зомана.....	196
<i>Ткаченко С.В.</i>	Зависимость продуктивности и биохимического состава корнеплодов свеклы от видов калийных удобрений.....	197
<i>Ткаченко С.В.</i>	Влияние калийных удобрений на свойства дерново-подзолистой почвы	198
<i>Тлупов А.Ф., Слонов А.Л., Жанситов А.А.</i>	Исследование свойств смесей на основе полиэфирэфиркетона и полифениленсульфона	199
<i>Токарев Г.Г.</i>	Процессы переключения медь- и хромсодержащих кристаллов триглицинсульфата	200
<i>Топытчак А.М.</i>	Квантово-химическое исследование комплексов дитиокарбаматов	201
<i>Трофимова Е.Н.</i>	Получение синей гаммы окрасок на метаарамидной пряже	202
<i>Туманов Г.А.</i>	Изменение свободной энергии гиббса в противопожарных пенах различного состава	203
<i>Уварова С.С.</i>	Определение соотношения кальций : магний в воде универсальным способом анализа	204
<i>Уткина А.В.</i>	Ферментативная обработка лигноцеллюлозного сырья как метод повышения эффективности биосинтеза этанола	205
<i>Фадин А.Ф.</i>	Термодинамические функции процесса взаимодействия целлюлозы с водой после шоковой заморозки волокнистого целлюлозного материала.....	206
<i>Федоренко О.Г.</i>	Влияние некорневых обработок на урожайность ярового рапса	207

<i>Федоров М.О.</i>	Торрефикация отходов деревообработки	208
<i>Федяков И.Е.</i>	Роль оксида палладия в процессе получения пропилена из этилена на катализаторе PdO-Re ₂ O ₇ /WO ₃ -Al ₂ O ₃	209
<i>Феофанова Я.В.</i>	Особенности синтеза полимерстабилизированных каталитических систем жидкофазного гидрирования бензола	210
<i>Харитонова В.Г.</i>	Получение наночастиц на основе пэгилированного этил-2-цианакрилата.....	211
<i>Хомякова К.Н.</i>	Определение содержания азота в клубнях картофеля	212
<i>Цветкова И.В.</i>	Получение металлных ионных жидкостей на основе четвертичной соли аммония	213
<i>Цыганков М.М.</i>	Релаксация напряжений синтетических комплексных нитей и полотен из сверхвысокомолекулярного полиэтилена.....	214
<i>Чернов А.П.</i>	Исследование электронного строения молекулы флуорена.....	215
<i>Чигасов М.Ю., Клейменова О.В.</i>	Зависимость реологических свойств от способа проведения синтеза однокомпонентных полиуретановых клеев.....	216
<i>Шалаев А.М.</i>	Программно-аппаратный комплекс для индикации результатов физических измерений.....	217
<i>Шамарина К.А.</i>	Применение атомно-силовой микроскопии для определения микрогеометрических параметров полимерного композита.....	218
<i>Шарапова А.А.</i>	Синтез стабильных коллоидных растворов наночастиц оксида цинка и серебра	219
<i>Шебеченкова А.Н.</i>	Сравнение методов оптимизации конформеров пропанола-1.....	220
<i>Шевченко М.А.</i>	Вольтамперометрическое определение йода в пищевых добавках	221

Шелков Г.А.

Переработка отходов фармацевтического производства с получением стимуляторов роста растений 222

Шидловский Т.Д.

Упруго-релаксационные свойства синтетических комплексных нитей из сверхвысокомолекулярного полиэтилена и полотен на их основе 223

Шидловский Т.Д.

Молекулярная подвижность в приповерхностных нанослоях реакторных порошков СВМПЭ как критерий их пригодности к монолитизации 224

Шонов А.А.

Микроструктура и магнитные характеристики соединений $(\text{Ho}_{1-x}\text{Y}_x)_{0,8}\text{Sm}_{0,2}\text{Fe}_2$ 225

Щёктова Т.А.

Выделение меланина из продуктов жизнедеятельности *Galerria Mellonella* под действием ультразвука 226

Щенухина А.С.

Электронные характеристики 2 оксопирролина и его этил-, винилзамещенных 227

Эсауленко М.А.

Применение флуориметрического метода в виде комплексов с органическими реагентами для количественного анализа и исследования окислительного растворения серебра 228

Юлмасов Г.С.

Электропроводность N-алкилпиридиниевых металлсодержащих ионных жидкостей в растворах ацетонитрила 229

Яковлева А.А.

Совместная иммобилизация глюкооксидазы и пероксидазы на магнитных наночастицах 230

Яшина М.В.

Влияние метода синтеза на текстурные характеристики катализаторов на основе шунгита 231

Авторский указатель: 232

УДК 544.147.3

Аверкина Мария Алексеевна

Самоорганизация в низкоконцентрированных водных растворах на основе L-цистеина и цитрата серебра

Научный руководитель: Д.В. Вишневецкий

ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», г. Тверь
Кафедра физической химии

Научный интерес вызывает изучение процессов самоорганизации супрамолекулярных систем на основе L-цистеина с цитратом серебра (ЦСРцит), так как биосовместимость и низкая концентрация активных веществ предоставляют данным системам широкую область практического применения. Известно, что низкоконцентрированные водные растворы на основе серосодержащих аминокислот и солей серебра способны к желированию при добавлении электролитов, однако при добавлении NaCl в ЦСРцит дополнительного структурирования не происходит, наоборот, в системе наблюдается разрушение агрегатов и образование малых наночастиц от 10 до 20 нм в диаметре. Установлено, что супрамолекулярным системам на основе L-цистеина и цитрата серебра (далее — ЦСРцит) характерно очень высокое значение удельной электропроводности (порядка 20 мСм/см) относительно систем на основе ацетата или нитрата серебра (порядка 0,5 мСм/см).

Авторами были исследованы растворы ЦСРцит до и после введения NaCl. Установлено, что введение хлорида натрия с концентрацией 1 см в объеме 0,05 мл в 1 мл супрамолекулярной системы вызывает падение значений дзета-потенциала частиц с 60 мВ до 40 мВ при сохранении pH системы на значении, равному 2. В УФ-спектрах систем с ЦСРцит регистрируются интенсивные пики поглощения 275 и 360 нм, отсутствует характерный для супрамолекулярных систем на основе ацетат или нитрата серебра пик 398 нм. После введения NaCl в системе сильно уменьшается интенсивность обоих пиков поглощения.

В результате можно предположить, что структурообразующими элементами в ЦСРцит являются наночастицы серебра, образующие субмикронные агрегаты. Дальнейшее изучение системы предполагает исследования методами ПЭМ и масс-спектрометрии.

УДК 541.64+544.165

Агоева Элеонора Анатольевна, Жанситов Азамат Асланович

Новый композиционный материал на основе хитозана и метакрилата гуанидина

Научный руководитель: С.Ю. Хаширова

ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова,
г. Нальчик

Центр прогрессивных материалов и аддитивных технологий

Одним из перспективных направлений применения гуанидинсодержащих соединений является создание композиционных материалов с биоцидными свойствами на основе природных полисахаридов. В работе представлены результаты исследований взаимодействия хитозана (ХТЗ) с метакрилатом гуанидина (МАГ). Показано, что МАГ способен связываться с ХТЗ в водной среде при комнатной температуре. Структурные изменения ХТЗ и его гуанидинсодержащего производного были подтверждены ИК-спектроскопией на приборе ИК-ФУРЬЕ спектрофотометре SPECTRUM TWO. ИК-спектры хитозан-метакрилат гуанидина показали новые пики: при 1453 см^{-1} , который был отнесён к связи C-N-C, и пик при 1234 см^{-1} , показывающий образование C-N связи (рис.). Таким образом показано, что во взаимодействии ХТЗ с МАГ участвуют оба активных лиганда МАГ (карбоксилат-ион и гуанидин). Полученные гуанидинсодержащие производные хитозана проявляют антимикробный эффект в отношении как грамотрицательных, так и грамположительных микроорганизмов.

УДК 66.092.097

Акинчиц Мария Викторовна, Тарасова Анастасия Алексеевна

Термогравиметрическое исследование отходов древесины в присутствии солей металлов и силанов

Научный руководитель: А.А. Степачёва

Тверской государственный технический университет, г. Тверь
Кафедра Биотехнологии, химии и стандартизации

Обугливание древесины – это, процесс ее разрушения (деструкции) под действием высокой температуры без доступа кислорода. При термическом распаде древесины образуются древесный уголь и жидкие и газообразные продукты, которые образуют парогазовую смесь. Существует множество технологий обугливания древесины, отличающихся температурой, временем, средой, использованием различных катализаторов. Технологии получения биоуглей можно разделить на: торрефикацию, карбонизацию, пиролиз и кальцинацию.

С учетом того, что все процессы получения биоуглей подразумевают под собой температурное разложение, в данной работе проведено исследование термодеструкции отходов древесины (древесных опилок и коры лиственных и хвойных пород). Изучение проводилось методом термогравиметрического анализа с использованием термовесов Iris TG 209 F1 (NETZSCH). Анализ проводился в среде аргона в интервале температур 35 – 600 °С с использованием масс-спектроскопической приставки Aeolos QMS 403D NETZSCH, с температурой капилляра для отбора летучих продуктов термодеструкции – 300 °С. Образцы отходов древесины высушивали на воздухе до постоянной массы. Затем образцы обрабатывали растворами солей металлов и силанов с целью изучения их влияния на термодеструкцию. Высушенные образцы помещали в алюминиевые тигли и проводили анализ. Также отдельно проводили термогравиметрический анализ компонентов древесины (лигнина, целлюлозы и гемицеллюлоз).

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда
(грант 22-79-10096).*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Arpia A.A., Chen W.-H., Lam S.S., Rousset P., De Luna M.D.G. // Chemical Engineering Journal. – 2021. – Vol. 403. – P. 126233.
2. Chen W.-H., Wang C.-W., Ong H.C., Show P.L., Hsieh T.-H. // Fuel. – 2019. – Vol. 258. – P. 116168.
3. Gil A. // Chemical Engineering Journal Advances. – 2021. – Vol. 8. – P. 100186.

УДК 617-089.844

Андреев Алексей Алексеевич¹, Дожделев Алексей Михайлович²

Разработка устройства для остеосинтеза с внутренним стержнем разветвлённо-лепесткового строения

Научный руководитель: И.А. Жмакин

¹ – ФГБОУ ВО Тверской ГМУ Минздрава России, г. Тверь

² – ФГБОУ ВО Тверской ГТУ, г. Тверь

Кафедра безопасности жизнедеятельности

В настоящее время среди острой хирургической патологии, с которой граждане поступают в медицинские учреждения Российской Федерации, количество переломов только костей конечностей достигает 2,5 миллионов в год. По данным ГИБДД, в последние годы в России ежегодно общее число пострадавших в ДТП составляет более 200 тыс. человек, причём у большинства из них диагностируются переломы костей скелета, при лечении которых необходимо точно и наиболее прочно зафиксировать положение костных отломков на длительный период времени (до 1 года).

Необходимостью разработки устройства для проведения остеосинтеза является то, что в общей хирургии, ортопедии и травматологии остаётся открытым вопрос создания оптимальных, наименее инвазивных и наиболее атравматичных условий для проведения остеосинтеза, в том числе создания конструкций, позволяющих прочно зафиксировать и сопоставить отломки костей между собой.

Предлагаемое решение поставленных задач – это дополнительный внутренний выдвижной элемент усиленной фиксации винта. Данная технология позволяет одновременно:

1) уменьшить общее количество требуемых для фиксации костных отломков винтов, обеспечить наиболее прочную первичную фиксацию костных отломков;

3) создать эффективный, малоинвазивный способ остеосинтеза переломов костей, предотвратить осложнения оперативных способов лечения (таких как отторжение, нарушение прочности фиксации отломков).

Данная технология позволяет также уменьшить время операции, что значительно облегчит работу врачей-хирургов, травматологов. Предлагаемое устройство может быть применено в различных подразделах травматологии с самыми разными пластинами, а также в комбинации с традиционными (стандартными) винтами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ипполитов И.Ю., Кисткин А.И., Широков И.И. и др. Клинико-функциональное обоснование использования аппаратов внешней фиксации у больных с политравмой. Медицина. Социология. Философия. Прикладные исследования. — 2023 — № 4 — С. 18-21.

УДК 544:620.193

Анофриев Виталий Александрович

О фрактальных свойствах плёнок молибдена

Научный руководитель: Н.Ю. Сдобняков

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра общей физики

Современные методы формирования наноразмерных пленок с определенными физическими характеристиками, такими как оптические или электрические, стимулируют исследователей на поиски общих характеристик поверхности, которые могли бы описывать их высотные параметры на заданных масштабах и отражать уровень сложности рельефа. Фрактальная размерность является одной из таких универсальных характеристик, способной описывать морфологию поверхности молибденовых наноразмерных пленок. Известно, что фрактальная размерность поверхности тонких пленок молибдена связана с их механическими [1], электрическими [2] и даже оптическими свойствами. В данной работе исследуются фрактальные характеристики поверхности наноразмерных пленок молибдена с использованием атомно-силовой микроскопии (см. рис. 1). Получены значения фрактальной размерности в диапазоне $D=2,13-2,45$, что характерно для пленок молибдена толщиной ~ 200 нм, с типичным размером рельефа ~ 30 нм [3].

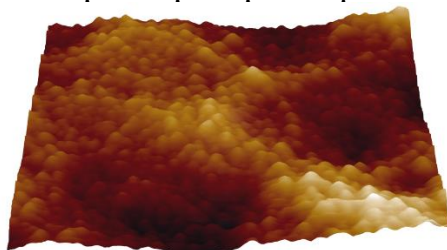


Рис. 1. Типичный рельеф пленки молибдена на слюде (масштаб АСМ изображения 1 мкм, толщина пленки 30-60 нм, типичный размер элемента рельефа 90-100 нм).

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках государственной программы в области научно-исследовательской деятельности (0817-2023-0006).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Jiang Y., to Baben M., Lin Y. et al. Analyzing growth kinematics and fractal dimensions of molybdenum disulfide films // Nanotechnology. 2021. V. 32. № 24. Art. № 245602. 13 p.
2. Ануфриев Л.П., Турцевич А.С., Глухманчук В.В. и др. Исследование влияния условий формирования на свойства тонких пленок молибдена, нанесенных магнетронным распылением // Электронная обработка материалов. 2004. Т. 40. № 3. С. 70-74.
3. Кузьменко А.П., Тант Син Вин, Мью Мин Тан и др. Деградация магнетронных нанопленок Hf и Mo в условиях атмосферного отжига // Известия ЮЗГУ. Серия: Техника и технологии. 2020. Т. 10. № 3. С. 86-104.

УДК:699.81

Ануфриев Алексей Сергеевич

Влияние галогенсодержащих продуктов на огнестойкие свойства пенополиуретанов

Научный руководитель: Е.В. Ермолаева

Владимирский Государственный Университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, г. Владимир
Кафедра химических технологий

Испытания на огнестойкость проводились согласно DIN 4102 B2 по методу К. Данные представлены в таблице №1.

Таблица 1.

Критерии оценки огнестойкости согласно DIN 4102 B2 метода К.

Критерии	Класс по методу К
Измерительная метка (150мм) не достигнута верхушкой пламени горящего образца, т.е. образец потух сам собой.	K1
Верхушка пламени горящего образца достигает измерительной метки (150мм) через 20 и более секунд	K2
Верхушка пламени горящего образца достигает измерительной метки (150мм) менее, чем за 20 секунд.	K3

Получение группы горючести образца пенополиуретана с плотностью 50кг/м³ по немецкому стандарту, соответствующему DIN 4102 B2 классу K1 по методу К необходимо, чтобы общее процентное содержание галогенов (хлора, брома) и фосфора на грамм пены составляло не менее 5%. Данные сведены в таблицу №2.

Таблица 2.

Показатели огнестойкости ППУ по DIN 4102 B2.

Показатели	образец ППУ 1	образец ППУ 2	образец ППУ 3	образец ППУ 4
$\Sigma P+Cl+Br$, % на грамм пены	5,499	3,983	4,632	5,134
Мах. Высота пламени, мм	90	>150	>150	98
Время достижения верхушкой пламени измерительной отметки, сек.	0	6	20	0
Время самозатухания, сек	0	5	2	0
Класс огнестойкости	K1	K3	K2	K1

УДК 544.773.422

Арефьев Александр Алексеевич

Синтез квантовых точек сульфида цинка с использованием хлорцинкатной ионной жидкости

Научный руководитель: О.Е. Журавлев

Тверской государственной университет, г. Тверь
Кафедра органической химии

Ввиду своих необычных свойств, которые зависят от размера, наночастицы полупроводников – квантовые точки (КТ) – являются перспективными материалами. Ионные жидкости (ИЖ) могут выступать как стабилизаторы и прекурсоры в синтезе наночастиц. Целью данной работы было изучить влияние пиридиниевых хлорцинкатных ИЖ на размер синтезированных с их помощью КТ сульфида цинка.

Получали КТ сульфида цинка взаимодействием эквимольных количеств ИЖ и сульфида натрия при комнатной температуре. Для оценки среднего размера КТ по величине сдвига края фундаментального поглощения спектральным методом были записаны спектры поглощения в УФ-области золь сульфида цинка. Данные о поверхности КТ были получены методами атомно-силовой (АСМ) и электронной сканирующей микроскопии (ЭСМ).

Таблица.

Данные о размерах КТ сульфида цинка, полученные различными методами

№	Используемая ИЖ	d, нм(УФ)	d, нм(АСМ)	d, нм (ЭСМ)
1	[PyC ₁₆ H ₃₃]Br·ZnCl ₂	>34	-	-
2	[PyC ₁₂ H ₂₅]Br·ZnCl ₂	2,0; 2,2; 2,7	85	100
3	[PyC ₁₀ H ₂₁]Cl·ZnCl ₂	5,0	50	-
4	[PyC ₈ H ₁₇]Br·ZnCl ₂	2,5	50	65
5	[PyC ₄ H ₉]Br·ZnCl ₂	2,8; 3,8	110	100
6	[PyC ₄ H ₉]Cl·ZnCl ₂	4,6	100	100

При использовании всех ИЖ, кроме 1, размеры КТ сульфида цинка составляли менее 5нм. Наименьшие размеры частиц были получены при использовании ИЖ 2, вероятно это связано с наличием достаточно большого радикала у стабилизатора и его наибольшей, по сравнению с другими, поверхностной активностью. Отсутствие атома брома в анионе ИЖ приводило к получению КТ большего размера, вероятно, это связано с уменьшением размера аниона, что в свою очередь приводит к уменьшению размера двойного электрического слоя. Большие размеры, полученные микроскопическими методами, относительно данных УФ-спектроскопии, объясняется адсорбцией пиридиниевых ИЖ на поверхности частиц. Увеличение размеров сульфида цинка при использовании ИЖ 5 и 6 связано с их меньшей стабилизирующей способностью.

УДК: 541.64:547.96

Арлакова Елизавета Александровна

Получение микрочастиц методом механического перемешивания

НИЦ «Курчатовский институт»

Институт высокомолекулярных соединений РАН, г. Санкт-Петербург

Лаборатория физической химии полимеров

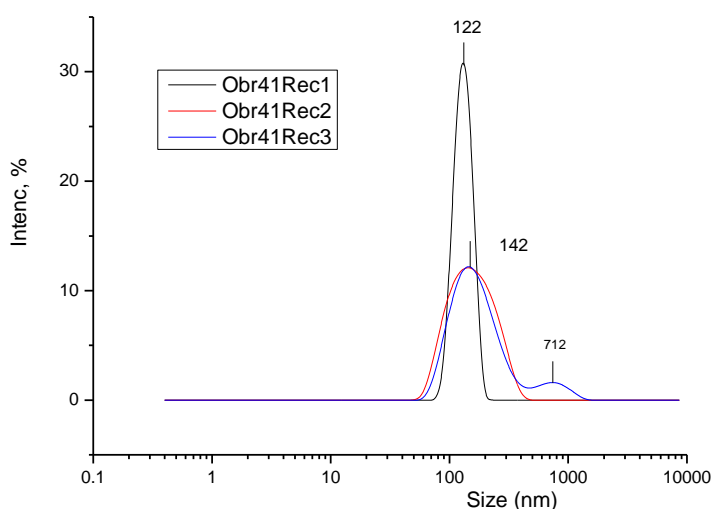


Рис. 1.:

Распределение гидродинамического диаметра частиц зеина во времени

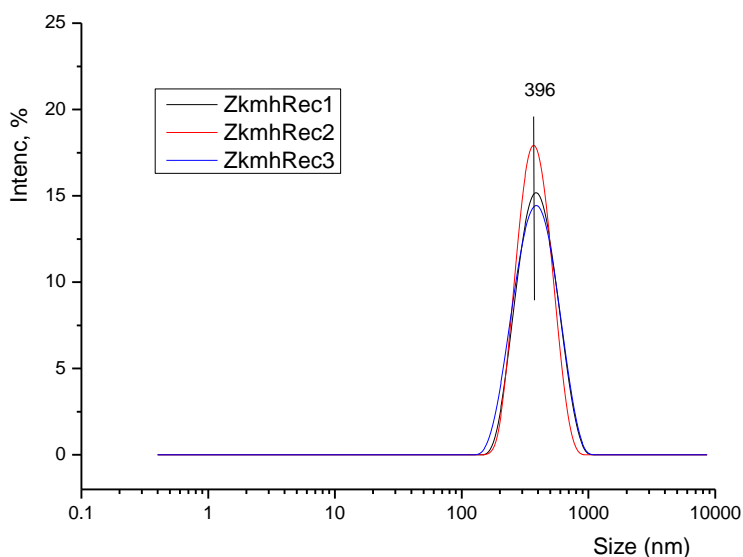


Рис. 2.:

Распределение гидродинамического диаметра частиц во времени зеина с КМ-ХТЗ, обработанных раствором CaCl_2

Целью настоящей работы является получение микрочастиц зеина методом механического перемешивания, а также получение частиц зеина с карбоксиметилхитозаном (КМ-ХТЗ).

Микрочастицы получены путем механического перемешивания. Размеры частиц определены с помощью метода динамического рассеяния света на установке «Zetasizer Nano-ZS (Malvern, Великобритания)». Показано, что средний размер частиц зеина составил 142 нм, при выдерживании во времени наблюдается увеличение среднего размера частиц, что указывает на слипание микрочастиц (рис. 1). Размер частиц зеина с КМ-ХТЗ составил 396 нм и не изменяется во времени, вследствие обработки частиц раствором хлористого кальция (рис. 2).

Работа выполнена в рамках гос. задания (тема 124013000726-6)

УДК: 544.234.6

Атамас Кирилл Андреевич, Горбунова Ирина Юрьевна, Хохлова Евгения Викторовна, Полуниин Степан Владимирович, Кербер Михаил Леонидович

Кинетика отверждения эпоксиполиэфиримидных связующих

Научный руководитель: С.В. Полуниин

Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, г. Москва
Кафедра технологии переработки пластмасс

В качестве связующих для армированных пластиков широко используют эпоксидные смолы, которые можно модифицировать термопластами для повышения физико-механических свойств [1]. Представляет интерес исследование влияния модификатора на процесс отверждения, кинетику которого изучают методом дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) [2]. А с помощью методов реометрии можно сопоставить кинетику процесса с реологическими свойствами системы [3].

В данной работе изучали процесс нарастания вязкости связующих на реометре MCR 302 Anton Paar в режиме постоянного сдвига при скорости $\dot{\gamma}=0,1 \text{ с}^{-1}$ в измерительной системе плоскость-плоскость в изотермическом режиме. Кинетику отверждения изучали методом ДСК на приборе DSC Polyma NETZSCH в сканирующем режиме со скоростью нагрева $5 \text{ }^\circ\text{C}/\text{мин}$, в изотермическом режиме при 160, 170, 180 $^\circ\text{C}$, а температуру стеклования эпоксидных полимеров определяли при скорости нагрева $10 \text{ }^\circ\text{C}/\text{мин}$.

По реологическим данным видно, что введение ПЭИ увеличивает время гелеобразования модифицированных связующих, т.к. ПЭИ разбавляет реакционноспособную смесь и повышает вязкость композиции.

Кинетика процесса отверждения эпоксидных олигомеров описывается уравнениями первого порядка, учитывающими эффект автоускорения на ранних стадиях и автоторможения на поздних стадиях. По данным ДСК видно, что с увеличением содержания ПЭИ снижается предельная степень отверждения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Кербер М.Л. и др. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: учеб. пособие. СПб.: Профессия, 2024. 712 с.
2. Kaihua Chen et al. Cure Kinetics of a Carbon Fiber/Epoxy Prepreg by Dynamic Differential Scanning Calorimetry // International Journal of Polymer Science. 2023. Vol 2. P. 1-8.
3. Guler Bengusu Tezel et al. Kinetics of carbon nanotube-loaded epoxy curing: Rheometry, differential scanning calorimetry, and radio frequency heating // Carbon. 2021. Vol 175. P. 1-10.

УДК: 615.322

Афанасьева Татьяна Максимовна

Наночастицы серебра, биосинтезированные в водных экстрактах листьев осины

Научный руководитель: С.Д. Хижняк

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра физической химии

Наночастицы серебра (НЧС) привлекают своими уникальными физико-химическими свойствами, которые применяются в медицине, фармакологии, сельском хозяйстве и др. Зеленый синтез НЧС с помощью экстрактов растений является доступным, дешёвым и экологически безопасным.

В работе с помощью методов УФ спектроскопии и динамического светорассеяния (ДСР) в течение 4 месяцев анализировали процессы формирования НЧС, синтезированных в водных экстрактах листьев осины из разных мест сбора. Исследуемые растения содержат биоактивные вещества (вторичные метаболиты), которые могут восстанавливать ионы металла до атомарного состояния с образованием наночастиц, и одновременно выступать в роли стабилизирующих агентов, ограничивая рост НЧ. Главная характеристика НЧС – полоса поверхностного плазмонного резонанса, которая проявляется в электронных спектрах наночастиц, синтезированных в экстрактах листьев осины при добавлении раствора нитрата серебра, в диапазоне ~421-456 нм (рисунок).

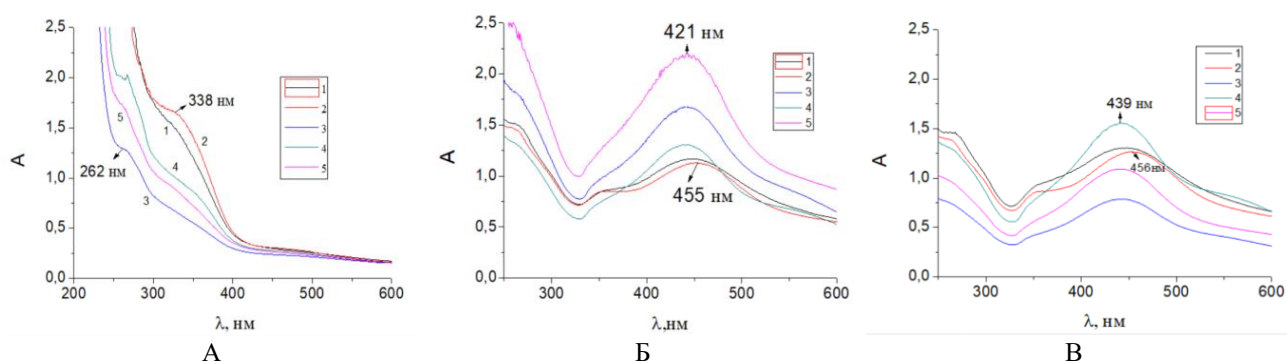


Рис. Электронные спектры водных экстрактов листьев осины из различных мест сбора через: 15 минут (А), 40 дней (Б), 4 месяца (В) - после добавления AgNO_3

В результате исследований установлено, что в экстрактах листьев осины образуются два типа наночастиц, размер которых согласно результатам ДСР измерений составляет 11 и 94 нм (через 4 месяца с момента синтеза). Кроме того, обнаружено, что эффективность синтеза НЧС в экстрактах листьев осины зависит от места сбора образца.

Работа выполнена на оборудовании лаборатории спектроскопии ЦКП ТвГУ

УДК: 771.523.4

Афаунов Ш.А., Слонов А.Л., Жанситов А.А., Мусов И.В.

Исследование влияния кратности экструдирования на свойства полиэтилентерефталата

Научный руководитель: С.Ю. Хаширова

Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, г. Нальчик
Центр прогрессивных материалов и аддитивных технологий

Получение изделий из полимерных материалов с заданными свойствами определяется не только свойствами самого материала, но и технологическими режимами переработки и особенностями перерабатывающего оборудования. В частности, многофакторность процесса экструзии требует установления оптимальных параметров переработки для каждого термопластичного полимера. Полиэтилентерефталат, отличаясь аморфно-кристаллической структурой, требует особого подхода к процессу переработки.

В работе приведены результаты исследования влияния кратности экструдирования на свойства полиэтилентерефталата (ПЭТФ) с использованием двух видов экструдеров. Установлено, что с увеличением кратности экструдирования происходит равномерное повышение показателя текучести расплава (ПТР) ПЭТФ, а также снижение вязкости расплава в широком диапазоне скоростей сдвига, что, очевидно, связано с деструкцией материала в процессе переработки и подтверждается изменением показателей цветности данными дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК). Исследования методом ДСК демонстрируют, что с увеличением кратности экструдирования незначительно снижаются температуры стеклования и температуры плавления. Степень кристалличности практически не зависит от кратности переработки. При этом, значительно повышается температура кристаллизации из расплава (более 10 °С после каждой переработки). Такого рода изменения теплофизических свойств также обусловлены снижением молекулярной массы ПЭТФ в результате термомеханической деструкции.

Примечательно, что повышение ПТР и, соответственно, снижение вязкости расплава при переработке в микроэкструдере происходит в значительно меньшей степени, что, по-видимому, обусловлено меньшими сдвиговыми напряжениями и меньшим временем нахождения расплава в материальном цилиндре. В частности, ПТР после трехкратной экструзии с помощью высокопроизводительного экструдера повышается в 11,6 раз, а в микроэкструдере только в 4,4 раза.

УДК: 678.6

Балагова Марина Заурдиновна

Разработка и исследование комплексных титансодержащих катализаторов для синтеза полиэтилентерефталата

Научный руководитель: С.Ю. Хаширова

Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, г. Нальчик
Центр прогрессивных материалов и аддитивных соединений

Одними из наиболее перспективных катализаторов для синтеза полиэтилентерефталата (ПЭТФ) являются титансодержащие катализаторы. Благодаря своей экологичности, каталитической активности и селективности данные катализаторы способствуют устранению ряда проблем, связанных с побочными реакциями в процессе синтеза ПЭТФ.

В работе представлены результаты исследования влияния титансодержащих катализаторов различной структуры на физико-химические свойства ПЭТФ.

Проведены комплексные исследования образцов ПЭТФ синтезированных в присутствии разработанных титансодержащих катализаторов методами ИК-спектроскопии, ТГА, ДСК, определены такие показатели, как кислотное число, концевые карбоксильные группы и показатели прозрачности и цветности.

Установлено, что азотсодержащие хелатные комплексы титана проявляют высокую каталитическую активность и дают лучшие результаты по цветности и по количественному содержанию ацетальдегида и диэтиленгликоля по сравнению с промышленными катализаторами на основе титана.

Таким образом было выявлено, что комплексные соединения на основе титана проявляют высокую каталитическую активность в процессе синтеза ПЭТФ по сравнению с тетрабутоксититаном, тетраизопропоксититаном и Sb_2O_3 .

УДК 577.17

Балакшина Дарья Вадимовна

Эффективность использования магнитных носителей для иммобилизации глюкозооксидазы

Руководитель: А.М. Сульман

Тверской государственный технический университет, г. Тверь
Кафедра биотехнологии, химии и стандартизации

Глюкозооксидаза является разновидностью димерной протеазы с флавинадениннуклеотидом (ФАД), что является компонентом окислительно-восстановительных реакций, и принадлежит к семейству глюкозо/метанол/холинноксидоредуктаз [1]. Широкое применение данный фермент получил, благодаря участию в каталитическом процессе окисления D-глюкозы до D-глюконовой кислоты [2].

В последнее время наблюдается растущий интерес к магнитоотделяемым биокатализаторам - перспективному направлению в биотехнологии, имеющему большой потенциал для дальнейшего развития и применения в производственных процессах [3]. Это обусловлено возможностью легкой магнитной сепарации для их повторного использования, что позволяет сэкономить энергию и снизить стоимость производимых продуктов и самого производственного процесса.

Магнитные свойства достигаются благодаря наличию магнитных наночастиц (МНЧ), в основном магнетита (Fe_3O_4), гематита ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$), маггемита ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) и FeO , в структуре биокатализатора, что позволяет эффективно отделять его от реакционной смеси с помощью применения магнита, без необходимости использования сложных процедур или добавления дополнительных реагентов [4].

В сочетании с методом иммобилизации ковалентным связыванием это обеспечивает образование прочной связи между магнитными носителями и глюкозооксидазой, что предотвращает утечку фермента. Его суть состоит в активации фермента линкерной молекулой (глутаровым альдегидом) перед ковалентным сшиванием, то есть образованием «мостика» между ним и поверхностью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Bauer, J.A.; Zamocka, M.; Majtan, J.V. Glucose Oxidase, an Enzyme “Ferrari”: Its Structure, Function, Production and Properties in the Light of Various Industrial and Biotechnological Applications. *Biomolecules*. 2022, 12, 472.
2. Jakub, F.; Diego, C.; Paulo, W. Enzyme production of D-gluconic acid and glucose oxidase: successful tales of cascade reactions. *Catal. Sci. Technol.* 2020, 10.
3. Lyu, X.; Gonzalez, R.; Horton, A.; Li, T. Immobilization of Enzymes by Polymeric Materials. *Catalysts*. 2021, 11.
4. Daoush, W. Co-Precipitation and Magnetic Properties of Magnetite Nanoparticles for Potential Biomedical Applications. *J. Nanomed. Res.* 2017, 5, 6.

УДК 547.562

Балтачева Софья Андреевна

Синтез и свойства ароматического аминополиола

Научные руководители: Бакирова И.Н., Шафиков Р.Р.

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»,
г. Казань

Кафедра технологии синтетического каучука

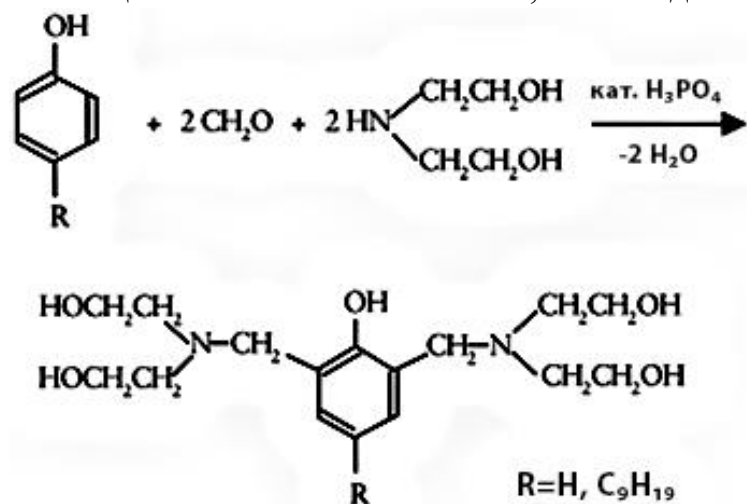
Полиолы Манниха представляют собой важную группу ароматических соединений, получаемых по классической реакции Манниха.

Целью работы является синтез ароматического аминополиола на основе нонилфенола, водного раствора формальдегида и диэтанолamina, определение структуры продукта и его свойств.

Продукт синтезировали следующим образом: смесь нонилфенола с диэтанолamina нагревали до 50 °С, затем прикапывали формальдегид. Синтез проводили в течение 2 часов, с последующей отгонкой воды (рис. 1).

Механизм данной реакции основан на нуклеофильном замещении и проходит в две стадии. На первой стадии протекает реакция между формальдегидом и диэтанолaminом. На второй стадии – анион нонилфенола в татуомерной форме с отрицательным зарядом в ядре атакует атом углеродметиленовой группы метилендиамина. Происходит таутомеризация и на выходе получаем ароматический аминополиол.

Анализ ИК-спектра ароматического аминополиола показал наличие полос поглощения исходных соединений и появления новой полосы поглощения в области 1020 см⁻¹, что свидетельствует о третичном атоме азота.



Расчетное гидроксильное число совпадает с практическим значением, равно 618 мг КОН/г.

Синтезированный ароматический аминополиол представляет интерес для получения полиуретановых материалов, а именно жестких пенополиуретанов, лакокрасочных покрытий, мастик, клеев и герметиков.

Рис. 1.:

Реакция синтеза ароматического аминополиола.

УДК: 541.49:615.33

Баранник Александр Андреевич

Влияние концентрации инициатора гелеобразования на процессы структурирования в гидрогелях на основе *L*-Cys, AgNO₃ и KI

Научные руководители: С.Д. Хижняк, П.М. Пахомов

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра физической химии

Гели на основе супрамолекулярных, нековалентных взаимодействий, образованные из низкомолекулярных соединений, таких как аминокислоты и их производные, продолжают привлекать внимание исследователей из-за их потенциальной применимости в различных областях, включая биомедицину и фармакологию. Образование гелей в таких системах может быть вызвано разными факторами, такими как добавлением электролитов или изменением pH. Целью данной работы является изучение влияния количества электролита на механизм гелеобразования в низкоконтрированных водных растворах аминокислоты *L*-цистеин (*L*-Cys), нитрата серебра и иодида калия.

Образцы получены с помощью одностадийного метода. Концентрация компонентов варьируется от 0,25 до 1,00 мМ для KI, от 4,5 до 6,0 мМ для AgNO₃, концентрация *L*-Cys была постоянной и равнялась 3,0 мМ.

Экспериментальные данные, полученные с помощью методов динамического светорассеяния и сканирующей электронной микроскопии позволяют наглядно увидеть изменения размеров и морфологии агрегатов в зависимости от содержания инициатора гелеобразования. При увеличении концентрации KI в системе агрегаты распадаются, система приобретает вид от рыхлых агрегатов большого размера до пористой гель-сетки. Структурные изменения в образцах, вызываются конкурентными реакциями между ионами серебра кластерных цепочек меркаптида серебра и избыточным серебром с атомами серы, и иодид-анионами. В результате образуются различные фрагменты гель-сетки в системах, что подтверждается данными УФ спектроскопии. Образование пространственной гель-сетки и наночастиц в гидрогелях подтверждается данными просвечивающей и сканирующей электронной микроскопии.

Данная работа выполнена на оборудовании лаборатории спектроскопии и электронной микроскопии центра коллективного пользования ТвГУ

УДК: 678.555

Баранова Анна Евгеньевна

Влияние Na-КМЦ на свойства агара из красных морских водорослей

Научный руководитель: И.И. Осовская

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
Высшая школа технологии и энергетики, г. Санкт-Петербург
Кафедра физической и коллоидной химии

Одним из важных продуктов красных морских водорослей является агар. Агар – это высушенный, аморфный, незотитый экстракт из красных водорослей, состоит из практически нейтрального полимера (агарозы) и ионизированного (агаропектина) – в массовом соотношении 7:3 соответственно [1]. Целью работы является оптимизация условий получения композита введением натрий-карбоксиметилцеллюлозы (Na-КМЦ). Исследованы физико-химические и коллоидно-химические свойства полученного композита (поверхностное натяжение, растворимость и набухание в воде). Изучена гелеобразующая и пленкообразующая способность агара и композита агар/Na-КМЦ при соотношениях компонентов 3:1, 6:1 и 9:1. Определение поверхностного натяжения композита выполнено на приборе Дю-Нуи. Поверхностная активность композита агар/Na-КМЦ понижается при любых соотношениях компонентов. Низкая поверхностная активность улучшает диффузию и перемешивание компонентов, улучшает качество композита. Изучена зависимость степени набухания композита от температуры и времени набухания. Рекомендовано использование композита в микробиологической практике.

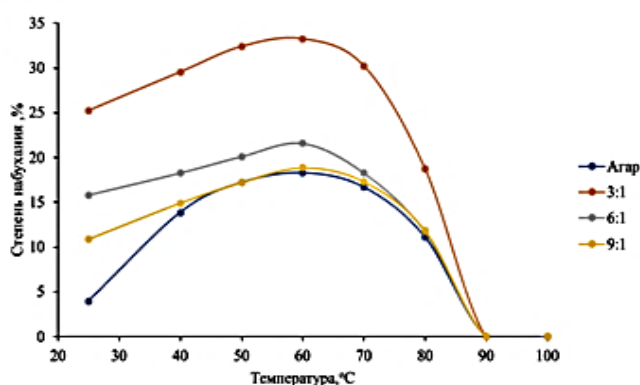


Рис. 1. Зависимость степени набухания пленок Агар/Na-КМЦ от температуры

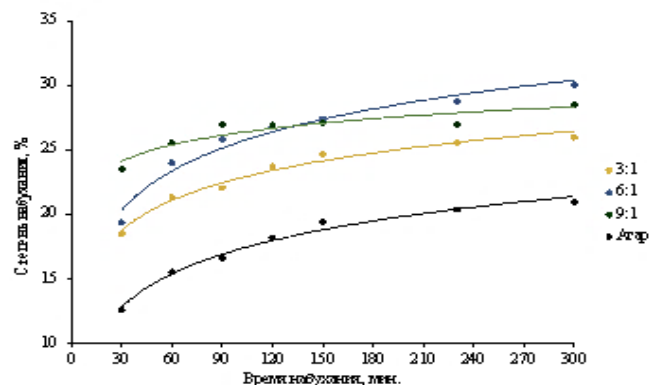


Рис. 2. Зависимость степени набухания пленок Агар/Na-КМЦ от продолжительности

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. A. Usov. Polysaccharides of the red algae. *Advances in Carbohydrate Chemistry and Biochemistry*. 2011. p.115-217. DOI: 10.1016/B978-0-12-385520-6/00004-2

УДК: 66.097.3

Баржеев Андрей Дмитриевич

Применение палладий содержащих полимерных катализаторов в реакции кросс-сочетания Хека

Научный руководители: Л.Ж. Никошвили, О.В. Манаенков

Тверской государственный технический университет, г. Тверь
Кафедра биотехнологии, химии и стандартизации

Реакция кросс-сочетания Хека – это реакция образования С-С связей между арилгалогенидами с алкенами в присутствии палладия [1], которая с момента своего открытия в начале 1970-х годов послужила отправной точкой для развития каталитических синтезов, направленных на получение широкого круга активных фармацевтических ингредиентов. Традиционно реакции кросс-сочетания проводят в присутствии гомогенных комплексов палладия [2]. Использование гетерогенных катализаторов сопряжено с рядом проблем таких, как вымывание и переосаждение палладия, обусловленных сложным механизмом реакции, требующим перехода металла в гомогенную форму. Несмотря на это, исследования, посвященные созданию новых гетерогенных катализаторов, по-прежнему актуальны [3]. Среди многообразия носителей для гетерогенных катализаторов перспективными являются полимеры, поскольку варьирование природы мономеров и функциональных групп открывает широкие возможности для контроля свойств получаемых материалов.

В рамках данной работы исследована возможность применения новых Pd-содержащих полимерных катализаторов в реакции Хека между 4-йоданизолом и стиролом при 120 °С в среде диметилформаида. Необходимо отметить, что в качестве носителей катализаторов использовались аморфные ароматические полимеры на основе нафталина, нафтола и фенантрена, синтезированные по реакции Фриделя-Крафтса с применением безводного хлорида железа (III) в качестве катализатора и метилаля в качестве сшивающего агента [4]. Было показано, что использование наночастиц Pd, стабилизированных в ароматическом полимерном окружении позволяет обеспечить конверсию 4-йоданизола более 80% за время реакции 180 мин.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда
(грант № 23-29-00604)*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Mizoroki, T.; Mori, K.; Ozaki, A. *Bull. Chem. Soc. Jpn.* 1971, 44, 581.
2. Alisha, M.; Philip, R.M.; Anilkumar, G. *Eur. J. Org. Chem.* 2022, 7, 84.
3. Bao, Y., et al., *Int. J. Biol. Macromol.* 2019, 130, 203.
4. Бахвалова, Е.С., и др. *Вестник ТвГУ, Серия «Химия»* 2023, 4, 37.

УДК 541.6

Барсукова Виктория Викторовна

Топологический подход в изучении физико-химических свойств карбоновых кислот

Научный руководитель: М.Г. Виноградова

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра физической химии

Актуальной задачей современной химии является установление связи между структурой и свойствами веществ в том числе и карбоновых кислот, т.к. экспериментальных сведений для них немного [1].

Для решения данной задачи, были выбраны и рассчитаны топологические индексы (ТИ), выведены расчётные схемы для исследуемых соединений в четвёртом приближении, найдены аналитические зависимости вида $P=f(\text{ТИ})$ наиболее точно коррелирующие с физико-химическими свойствами карбоновых кислот.

Также были построены и проанализированы графические зависимостей вида «Свойство – ТИ», «Свойство – номер изомера» и «ТИ – номер изомера».

Определено, что энтальпия образования и теплоёмкость хорошо коррелируют с индексами W и W' . Диаграммы вида «Свойство – номер изомера» и «ТИ – номер изомера» для изомеров C_4H_9COOH показали, что в одних случаях наблюдается симбатное изменение $\Delta_f H^0_{298(\text{ж})}$ и ТИ, как например, энтальпии образования и индекса H , что показывает о хорошей корреляции между свойством и ТИ. В других случаях такой корреляции не наблюдается.

С увеличением числа изомеров рассматриваемые корреляции усложняются, что необходимо учитывать при аналитическом изучении зависимостей «Свойство – ТИ».

Рассчитанные в работе величины хорошо согласуются с экспериментальными данными.

Например, для энтальпии образования средняя абсолютная ошибка расчета ($|\bar{\varepsilon}|$) и максимальное отклонение (ε_{max}) составили соответственно 0,3 кДж/моль и -1,2 кДж/моль, а для теплоёмкости мы получили соответственно $|\bar{\varepsilon}| - 2,1$ Дж/мольК и $\varepsilon_{\text{max}} - 0,6$ Дж/мольК.

Это позволило нам предсказать недостающие значения свойств членов исследуемого ряда.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Lange's Handbook of Chemistry / Editor: J.A. Dean. (15th Edition), McGraw-Hill. 1999. [Электронный ресурс]. — URL: <http://fptl.ru/biblioteka/spravo4niki/dean.pdf> (дата обращения: 21.01.23).

УДК 544.476:661.183.123.2

Басалаев Алексей Викторович

Ионное равновесие растворов пектиновых полисахаридов медико-биологического назначения

Научный руководитель: Р.М. Горшкова

Общество с ограниченной ответственностью «МЕЗОН», г. Дубна
Кафедра химических технологий имени профессора Хархарова, Санкт-Петербургский
государственный университет промышленных технологий и дизайна

Трансдермальная доставка лекарственных веществ, имеет ряд преимуществ перед обычной пероральной доставкой. Это дозированная и мягкая лекарственная форма препарата в форме гелей, пластырей, пленок, в которых лекарственное вещество высвобождается с течением времени. Что гораздо удобнее, безопаснее и эффективнее по сравнению с обычным введением препарата. Для создания прочной трансдермальной доставки лекарств, в целях обеспечения длительного воздействия на организм человека, используются полимеры синтетического или природного происхождения, они обладают высокой адгезией, но обладают высокой токсичностью и травматичностью при удалении. Поэтому, актуальной проблемой является создание трансдермальной доставки, не уступающей по прочности синтетическим полимерам, но превышающей их по эффективности, безопасности и комфортности. Решить задачу возможно путем включения в синтетический полимер дополнительных компонентов, обладающих протекторными свойствами. Наиболее перспективными в этом отношении являются пектиновые полисахариды (ППс). Условием для обеспечения эксплуатационных характеристик является ионное равновесие между компонентами, которое в растворах определяется измерением их электропроводности. В связи с этим целью стало измерение удельной электропроводности ППс и расчет физико-химических параметров их ионизации в воде. В качестве сырья были использованы выжимки яблок, цитрусов, а также корзинки подсолнечника.

С уменьшением концентрации ППс величина удельной электропроводности увеличивается, но наблюдается максимум, что характерно для растворов электролитов. Поскольку ППс относятся к слабым электролитам, предположено, что увеличение концентрации раствора приводит к уменьшению степени диссоциации, к уменьшению концентрации ионов. Этот эффект при высокой концентрации еще более усиливается с агрегацией пектинов в растворе. Величины функции диссоциации ППс (K_c) находятся в области 10^{-8} моль/л. Для ППс, полученных из различных источников растительного сырья, величины K_c очень близки, и экспериментальные данные электропроводности растворов пектиновых веществ, полученных из различных источников, свидетельствуют об отсутствии или слабом взаимном влиянии функциональных групп макромолекул пектиновых веществ.

УДК:543.2

Белавенцева Ольга Альфредовна

Количественное определение парацетамола в лекарственных препаратах

Научный руководитель: Н.В. Баранова

ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», г. Тверь
Кафедра неорганической и аналитической химии

Парацетамол – молекулярный кристалл, является одним из самых популярных анальгетиков, обладает обезболивающим и жаропонижающим эффектами. В настоящее время активно проводят исследования его свойств и способов их модификации, методов обнаружения и деградации. Парацетамол может кристаллизоваться в трех различных полиморфных формах, известных как формы I, II и III.

Цель представленной работы – исследование возможности применения физико-химических методов для анализа лекарственных средств, содержащих парацетамол в качестве активного вещества.

В настоящей работе проведено количественное определение парацетамола в препаратах следующих производителей: ОАО «Фармастандарт-Лексредства», ООО «Озон» и Цитрамон ОАО «Уралбиофарм». Количественный анализ выполняли нитритометрическим и цериметрическим методами. Методы основаны на предварительном кислотном гидролизе парацетаминофена и последующем окислении п-аминофенола избытком соответствующих растворов NaNO_2 и $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$.

Таблица 1

Метод исследования	Объекты исследования					
	Парацетамол ООО «Озон»		Парацетамол ОАО «Фармастандарт- Лексредства»		Цитрамон ОАО «Уралбиофарм»	
	$m_{\text{теор}}$, Г	$m_{\text{пр}}$, Г	$m_{\text{теор}}$, Г	$m_{\text{пр}}$, Г	$m_{\text{теор}}$, Г	$m_{\text{пр}}$, Г
Нитритометрия	0,500	0,498 $\pm 0,032$	0,500	0,490 $\pm 0,06$	0,180	0,181 $\pm 0,019$
Цериметрия	0,500	0,527 $\pm 0,027$	0,500	0,499 $\pm 0,001$	0,180	0,177 $\pm 0,003$

Результаты количественного определения парацетамола

Количество парацетамола в лекарственных препаратах совпадает по результатам двух методов исследования. Строение данных образцов подтверждено данными ИК-спектроскопии.

УДК 544.476:661.183.123.2

Белькова Екатерина Юрьевна

Пектин-белковые комплексы для инкапсуляции лекарственных веществ

Научный руководитель: Р.М. Горшкова

Общество с ограниченной ответственностью «МЕЗОН», г. Дубна

Кафедра химических технологий имени профессора Хархарова, Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, г. Санкт-Петербург

В настоящее время в связи с ухудшением экологии, ведения нездорового образа жизни, широкое распространение получили социально-значимые заболевания. Особое внимание среди данных заболеваний уделяется онкологическим заболеваниям. В России ежегодно публикуются статистические данные по ситуации в России с онкологическими заболеваниями на сайте Министерства здравоохранения РФ.

Разработка систем доставки лекарственных средств является перспективным направлением в решении проблемы различных заболеваний, в том числе и опухолевых, поскольку она направлена на повышение терапевтической эффективности, переносимости и безопасности лекарственной терапии.

Целью данного исследования является: подбор компонентов системы доставки, изучение ионизационного равновесия в растворах различных пектинов и β -лактоглобулина С и комплексообразования пектиновых веществ и лактоглобулина.

В качестве основного компонента для системы доставки был использован пектин, так как он является биодоступным, биodeградируемым, а также обладает функциональными группами, за счет которых способен инкапсулировать различные лекарственные вещества.

В качестве дополнительных компонентов выбраны олигосахариды. В ходе исследования была изучена их антиоксидантная активность.

В качестве противоиона для основного компонента был использован β -лактоглобулин, так как он способен связываться с карбоксильными группами пектина за счет амидозольных групп. Единственным недостатком лактоглобулина является то, что он может вызвать аллергическую реакцию, но в случае комплексообразования с пектином он не проявляется как аллерген.

Изучены физико-химические свойства данных компонентов и их взаимодействие, определена область их устойчивости, подобраны оптимальные условия для получения системы доставки лекарственных веществ. В условиях *in-vivo* подтверждена их эффективность и безопасность.

УДК: 544.18

Беляева Елизавета Алексеевна

DFT расчёт структуры димера молекулы сульфатиазола серебра

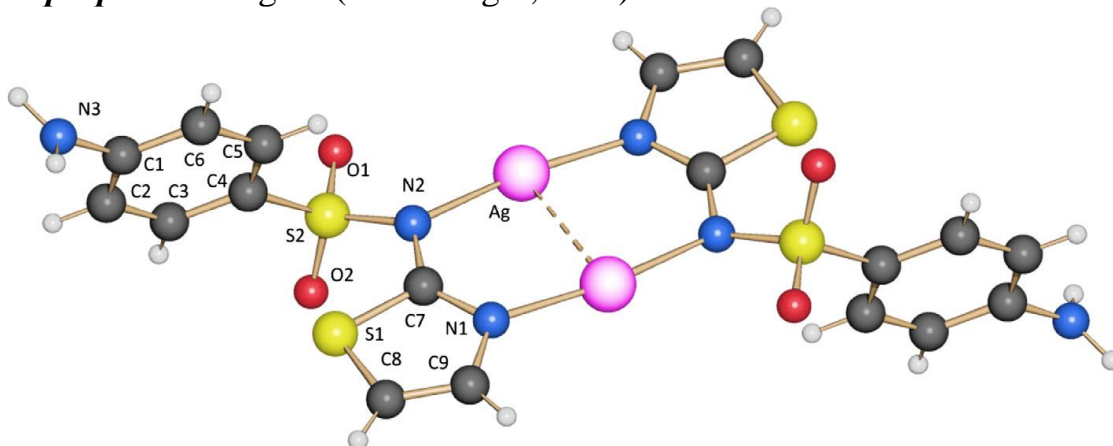
Научный руководитель: В.Г. Алексеев

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра неорганической и аналитической химии

Объект исследования: димер молекулы сульфатиазола (4-Амино-N-(1,3-тиазол-2-ил)фенилсульфонамида) серебра, структура которого установлена методом РСА [1]. Сульфатиазол серебра используется как антимикробное и ранозаживляющее средство в виде крема «Аргосульфан».

Цель: выбор функционала, обеспечивающего корректный расчёт длин связей методом функционала электронной плотности.

Программа: Jaguar (Schrodinger, LLC). **Базис:** LACVP**++.



Функционал	Длины связей, ангстрем			Валентный угол N1-Ag-N2, град
	Ag-N1	Ag-N2	Ag-Ag	
Экспериментальные данные	2.120	2.184	2.895	170.57
PW6B95-D3(BJ)	2.16	2.22	2.88	165.2
B3LYP-D3	2.17	2.22	2.88	165.3 ; 165.7
M05-2X-D3	2.18	2.23 ; 2.24	2.95	163.0 ; 163.3
B97-D3M(BJ)	2.14	2.16	2.78	168.4 ; 168.5
M06-2X-D3	2.22	2.29 ; 2.34	3.08	158.0 ; 159.8

Вывод: структурные параметры димера молекулы сульфатиазола серебра, близкие к экспериментально определяемым, обеспечивает расчёт с использованием функционалов PW6B95-D3(BJ) и B3LYP-D3.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Bormio Nunes, J. H., de Paiva, R. E. F., Cuin, A., Lustri, W. R., & Corbi, P. P. (2015). Silver complexes with sulfathiazole and sulfamethoxazole: Synthesis, spectroscopic characterization, crystal structure and antibacterial assays. *Polyhedron*, 85, 437–444. doi:10.1016/j.poly.2014.09.010

Беляков Александр Андреевич, Андрианова Яна Вячеславовна

Изучение самосборки золей на основе глутатиона и солей серебра

Научные руководители: Д.В. Вишневецкий

ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», г. Тверь

Структурирование в молекулярных растворах с низким содержанием компонентов – явление редкое и недостаточно изученное. Например, известно, что L-цистеин способен формировать золь и тиксотропный гель при взаимодействии с различными солями серебра [1]. Однако, известный природный трипептид глутатион, содержащий в своем составе тиольную группу, представляет не меньший интерес для изучения на его основе процессов самосборки, так как является основным внутриклеточным антиоксидантом с мощным детоксикационным эффектом. Сведения о системе глутатион - соли серебра встречаются лишь в нескольких зарубежных источниках [2,3]. Исходя из этого, в качестве объектов исследования были использованы водные растворы глутатиона и солей серебра (нитрат и нитрит) с исходными концентрациями 0,01 М в следующих соотношениях (глутатион/соль): 1:0,25, 1:0,5, 1:0,75, 1:1, 1:1,25, 1:1,5, 1:1,75, 1:2, 1:2,25, 1:2,5, 1:2,75 и 1:3. При смешении глутатиона с данными солями серебра происходило выпадение белых осадков или же формирование прозрачных бесцветных золей, что зависело от соотношения исходных компонентов. Стабильные золи формировались только в диапазоне соотношений 1:1.75 - 1:3. При взаимодействии трипептида с солями серебра происходило закисление формирующихся растворов в сравнении с рН раствора глутатиона. На УФ-спектрах систем в независимости от химической природы соли серебра наблюдалась полоса поглощения в области 270-290 нм, которая отсутствовала в спектрах прекурсоров. Золи показали положительное стабильное мономодальное значение дзета-потенциала (13-16 мВ). Гидродинамический диаметр частиц при этом изменялся от 250 до 600 нм, что имело хорошую корреляцию с величиной электропроводности систем (от 0,667 до 2 мСм/см).

Работа выполнена на оборудовании лаборатории спектроскопии ЦКП ТвГУ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. D.V. Vishnevetskii et al. L-cysteine and N-acetyl-L-cysteine-mediated synthesis of nanosilver-based sols and hydrogels with antibacterial and antibiofilm properties // Journal of Materials Chemistry. – 2023. –№11. – P. 5794-5804.
2. I. Odriozola et al. Gold–glutathione supramolecular hydrogels // Journal of Materials Chemistry. – 2007 –№ 17 – P. 4843–4845.
3. L. Yong et al. Silver(I)–glutathione biocoordination polymer hydrogel: effective antibacterial activity and improved cytocompatibility // Journal of Materials Chemistry. – 2011 –№21. – P. 19214–19218.

УДК: 678

Бесшапошникова Дарья Алексеевна, Брусов Владислав Владимирович

Выявление наличия слоя полиэтиленвинилового спирта в многослойных полимерных пленках

Научный руководитель: А.И. Христофоров

Владимирский государственный университет, г. Владимир
Кафедра химической технологии

Полимерные плёнки получили широкое применение в различных отраслях промышленности, в частности пищевой, для упаковки продуктов питания. Наиболее часто применяются многослойные полимерные пленки. Изучение слоев плёнки служит важным аспектом для анализа ее барьерных свойств. Барьерные свойства многослойной пленки влияют на сохранение качества готового продукта при хранении и транспортировке, и во многом зависят от составляющих компонентов. Одним из ярких примеров полимера с высокими барьерными свойствами является слой полиэтиленвинилового спирта (EVOH). Барьерные свойства обусловлены высокой физико-химической устойчивостью его к различным факторам.

В данной работе была разработана методика для выявления наличия слоя EVOH. Методика основана на микроскопии образцов плёнок. Вырезка образцов производилась с помощью микротомы, в качестве уплотняющего материала в зажимах использовались фторопластовые пластины толщиной 3 мм. Срез образца осуществлялся под углом 45 градусов. В данном случае, вместо покровного стекла использовался скотч, так как большая толщина покровного стекла не даёт увидеть срез образца под микроскопом. Перед тем, как произвести срез, плёнка окрашивалась йодом. Окрашивание производилось с целью проверки наличия слоя EVOH у образца. За счёт своих химических свойств полиэтиленвиниловый спирт при взаимодействии с йодом окрашивается в светло-коричневый цвет в ходе реакции, данные изменения можно увидеть с помощью микроскопа.



Рис. 1 – Образец многослойной пленки под микроскопом с йодом

УДК 66.092-977

Бондарь Александра Александровна^{1,2}

Исследования о поведении стекловолокна при воздействии на него высоких температур

Научный руководитель: Е.И. Лагусева¹

¹Тверской государственный технический университет, г. Тверь

²ООО «Ключевые системы и компоненты»

Кафедра химии и технологии полимеров

Развитие современных технологий и увеличение роста спроса на продукцию отраслей машиностроения, строительства, электроники и электротехники поспособствовали все более широкому использованию в промышленности стекловолокна, обладающего как низкой себестоимостью производства, так и рядом уникальных свойств. На основе стекловолокнистого материала изготавливают множество изделий из стеклопластика, заменяющие в большинстве своем традиционные материалы. С увеличением производства стеклопластиковых изделий, возрастает и объём непригодного для дальнейшего использования материала (сырья) из них [1]. Стекловолокно, входящее в состав стеклокомпозита, хорошо поддается термическим методам вторичной переработки и может быть использовано для создания новых продуктов для различных отраслей промышленности, что сокращает количество отходов. Однако затраты на эксплуатации оборудования и снижения первоначальных характеристик материала являются сдерживающими факторами для создания эффективной и рентабельной переработки в масштабах промышленности. На территории «Промтехнопарка» ГК КСК разрабатывается и реализуется программа экологического проекта, позволяющая не только утилизировать отходы стеклопластика, но и использовать их повторно [2].

В данной работе проведены исследования о поведении стекловолокна при воздействии на него высоких температур в среде инертного газа, с целью выявления максимальной температуры для вторичного использования стекловолокна

Данная работа выполнена на оборудовании лаборатории спектроскопии и электронной микроскопии центра коллективного пользования ТвГУ и на кафедре «Химия и технология полимеров» ТвГТУ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Бондарь, А.А. Пиролиз как перспективный метод рециклинга отходов полиэфирных стеклокомпозитов // XXIX Каргинские чтения: сборник материалов. – Тверь : ТвГУ, 2023. С. 37.
2. Бондарь А.А., Ширялин И.М., Яковлев Б.А. Перспективные методы переработки стеклонаполненных полимерных материалов // II Всероссийская молодежная научная школа «Экологические технологии переработки отходов с получением новых материалов и энергоносителей». – Тверь: ТвГТУ, 2022. С. 11–12.

УДК 538.91

Борисов Артем Константинович

Влияние симметрии молекул n-алканов на развитие фазовых переходов

Научный руководитель: В.А. Марихин

Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, г. Санкт-Петербург

Исследованы особенности фазовых переходов в гомологическом ряду нормальных алканов с разной симметрией молекул с помощью метода дифференциальной сканирующей калориметрии. Получены зависимости теплоемкости от температуры в циклах нагревания-охлаждения для каждого из образцов гомологического ряда ($C_{16}H_{34}$ – $C_{25}H_{52}$) при вариации скоростей сканирования, демонстрирующие по два фазовых перехода как при нагревании, так и при охлаждении. Установлены истинные температуры фазовых переходов и природа наблюдаемого температурного гистерезиса за счет использования специального метода [1], позволяющего устранить методическую погрешность при получении серии термограмм с широкой вариацией скоростей сканирования на идентичных образцах. Выявлено, что фазовый переход в твердом состоянии является фазовым переходом первого рода (ФП-1), а фазовый переход, соответствующий плавлению-кристаллизации, является фазовым переходом второго рода (ФП-2).

Проведен анализ формы пиков теплоемкости ФП-1 как при нагревании, так и при охлаждении, рассматриваемых с точки зрения теории размытых фазовых переходов [2]. Оказалось, что ФП-1 развивается гетерогенно, с образованием нанозародышей новой фазы непосредственно в объеме предшествующей. Обнаружена зависимость объемов нанозародышей от симметрии молекул n-алканов (цис или транс).

Установлено, что в зависимости от симметрии молекул n-алканов наблюдается принципиально различное поведение таких параметров, как температуры фазовых переходов, интервалы между ФП-1 и ФП-2, величины температурных гистерезисов ФП-1 и размеры элементарных объемов превращения ФП-1. Таким образом, симметрия молекулы оказывает влияние не только на макроскопические параметры фазовых переходов, но и на кинетику развития фазового перехода на наноуровне.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Illers K. Die ermittlung des schmelzpunktes von kristallinen polymeren mittels wärmeflusskalorimetrie (DSC) // Eur. Polym. J. 1974. V.10. P. 911-916.
2. Малыгин Г.А. Размытые мартенситные переходы и пластичность кристаллов с эффектом памяти формы // Ж. УФН. 2001. Т.171. С. 187-212.

УДК: 691.175

Бородина Анастасия Максимовна

Получение и исследование полимерных гидрогелей, наполненных углеродными квантовыми точками

Научный руководитель: С.В. Бронников

Институт высокомолекулярных соединений РАН, г. Санкт-Петербург
Лаборатория физической химии полимеров

Углеродные квантовые точки (УКТ) – класс углеродных наночастиц, обладающих комплексом ценных свойств: биосовместимость, отсутствие токсичности, высокая хемо- и фотостабильность, низкая стоимость, высокая настраиваемая фотолюминесценция (ФЛ), гидрофильность [1]. К недостаткам УКТ следует отнести их склонность к агрегации в водных средах, что вызывает резкое снижение интенсивности ФЛ.

Для предотвращения этого недостатка УКТ диспергируют в полимерных гидрогелях. Наноконпозиты полимерный гидрогель/УКТ имеют широкий спектр применения в качестве био- и хемосенсоров, в биомедицине, в устройствах для накопления и хранения энергии [2].

В настоящей работе использовали УКТ полученные путем пиролиза лимонной кислоты [3]. Синтезированные УКТ в количестве 0,5 и 0,1 масс.% были использованы как наполнители в гидрогелях на основе полиакриламида (сшиватель – N,N'-метиленабисакриламид). После введения в гидрогель УКТ равномерно диспергировались в объеме гидрогеля и сохраняли свои флуоресцентные свойства.

Полученные наноконпозитные гидрогели были использованы для обнаружения ионов Fe^{3+} в водных растворах $FeCl_3$. Показано, что увеличение концентрации ионов Fe^{3+} приводит к ослаблению интенсивности (тушению) ФЛ диспергированных в гидрогеле УКТ. Исследованные флуоресцентные гидрогели могут представлять интерес как хемосенсоры для мониторинга ионов токсичных металлов в водных средах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Hebbar A., Selvaraj R., Vinayagam R., Varadavenkatesan T., Kumar P.S., Duc P.A., Rangasamy G. A critical review on the environmental applications of carbon dots. *Chemosphere*. 2023. V. 313. 137308.
2. Wang Y., Lv T., Yin K., Feng N., Sun X., Zhou J., Li H. Carbon dot-based hydrogels: preparations, properties, and applications. *Small*. 2023. V. 19. 2207048
3. Kostromin S., Borodina A., Podshivalov A., Pankin D., Zhigalina O., Bronnikov S. Characterization of carbon quantum dots obtained through citric acid pyrolysis / Fullerenes, Nanotubes and Carbon Nanostructures. 2023. V. 31. Pp. 931-939.

УДК.66.094.55

Бугрова Елизавета Васильевна

Исследование синтеза жидкофазного карбонилирования п-броманизола при атмосферном давлении

Научный руководитель: А.В. Быков

Тверской государственный технический университет, г. Тверь
Кафедра Биотехнологии, химии и стандартизации

В промышленности реакции карбонилирования занимают особое место, поскольку позволяют получать широкий спектр альдегидов, кетонов, сложных эфиров, которые затем используются как промежуточные продукты и целевые вещества в различных отраслях промышленности. Большая часть промышленных процессов карбонилирования реализуется при повышенных давлениях СО, что создаёт коррозионно-активную среду в реакторе и не всегда благоприятные условия для получения целевого вещества.

В рамках работы был исследован процесс жидкофазного синтеза октилового эфира пара-анисовой кислоты карбонилированием п-броманизола в присутствии соли палладия, стабилизированной в промышленном стирол-дивинилбензольном сорбенте MN100.

В ходе исследования было изучено влияние температуры реакционной массы, а также влияние природы основания на конверсию субстрата и интегральную селективность процесса по пара-октиланизату. Анализ реакционной массы и идентификацию ее компонентов проводили с привлечением газовой хроматомасс-спектрометрии. Каталитические системы до и после синтеза

охарактеризованы методами инфракрасной спектроскопии и рентгенофотоэлектронной спектроскопии.

В ходе выполнения исследования было показано, что увеличение температуры резко снижает выход пара-октиланизата. Подбор условий синтеза позволил получить интегральную селективность по пара-октиланизату 98,5 % при конверсии пара-броманизола 80,4%.

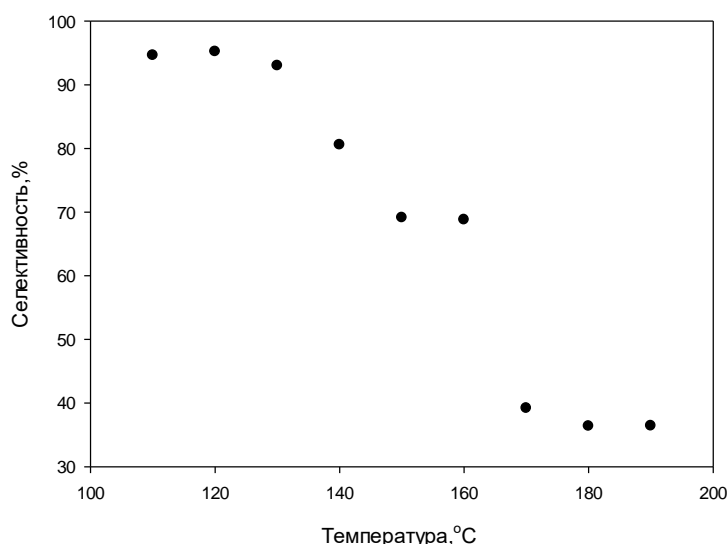


Рис.
Зависимость селективности процесса по пара-октиланизату от температуры

УДК: 664.149

Булкина Анна Эдуардовна

Мармеладные изделия функционального назначения

Научный руководитель: П.С. Лихуша

Тверской государственной университет, г. Тверь
Кафедра биохимии и биотехнологии

Функциональные продукты питания – такие продукты, которые кроме вкусовых качеств и пищевой ценности имеют физиологическое воздействие на организм человека. Такие продукты питания должны потребляться всеми категориями населения в составе обычного каждодневного рациона.

Разработка рецептур и технологии функциональных продуктов питания, имеющих специальное назначение для определенных групп потребителей, известна как в нашей стране, так и за рубежом.

В качестве перспективного объекта для создания на его основе функционального пищевого продукта лечебно-профилактической направленности я выбрала мармелад. В данной работе в качестве пищевой добавки функциональной направленности в рецептуру мармелада вводится комплексная пищевая добавка «Премикс витаминный DELAR».

В процессе разработки рецептуры одним из основных нормативных документов, является ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки» [1]. Исходя из рекомендуемой дозировки, предоставленной производителем 0,19 кг на 1000 кг ГП было принято решение произвести несколько образцов мармелада с различной концентрацией витаминного комплекса, для дальнейшего его тестирования в независимой лаборатории.

После проведения испытаний были получены следующие результаты (в таблице). Исходя из полученных результатов можно сделать следующий вывод, что при дозировке витаминного комплекса 0,57кг/1000кг ГП, в мармеладе остаются следующие витамины.

Таблица:

Остаточное количество витаминов в мармеладе

Наименование витаминов	НД на методы испытания	Единицы измерения	Результаты испытаний
В1	ГОСТ 32903-2014	мг/100г	0,29
В5	ГОСТ 32903-2014	мг/100г	менее 0,6
В6	ГОСТ 32903-2014	мг/100г	менее 12,5
В3	ГОСТ 32903-2014	мг/100г	менее 0,6

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. ТР ТС 022/2011 Технический регламент Таможенного союза. «Пищевая продукция в части ее маркировки» от 9.12.2011 г. №881.

УДК 544.774.4

Бурлаков Егор Сергеевич, Андрианова Яна Вячеславовна

Исследование влияния катионов металлов на процесс самосборки в системе L-цистеин/AgNO₃

Научные руководители: Д.В. Вишневецкий

ФГБОУ «Тверской государственный университет», г. Тверь

Процессы самосборки с участием низкомолекулярных соединений являются уникальным явлением не только с точки зрения фундаментальной, но и прикладной науки. Одной из таких систем является гидрогель на основе аминокислоты L-цистеина (ЦИС) и нитрата серебра (AgNO₃). Инициаторами гелеобразования в данном процессе выступают низкомолекулярные соли металлов. Недавно было установлено, что для образования прочного геля необходимо участие, как катиона, так и аниона соли [1]. Однако, влияние катиона и аниона по отдельности не было исследовано. В данной работе изучены процессы самоорганизации в золе, полученном на основе ЦИС и AgNO₃, при его взаимодействии с нитратами металлов, т.к. с нитрат-анионом не происходит образования гидрогеля и это дает возможность проанализировать встраивание в структуру частиц золя именно катиона соли.

Гидрогели получали на основе золя при концентрации прекурсоров 0,01 М и соотношении ЦИС/AgNO₃ 1,00/1,25 путем введения нитратов и сульфатов металлов (Na⁺, Cu⁺², Mg⁺², Al⁺³) с концентрацией 0,01 М. Методом УФ-спектроскопии показано, что при добавлении в золь растворов электролитов происходит изменение интенсивности полосы 390 нм, в обоих случаях, относительно спектра исходного золя. С помощью метода вибрационной вискозиметрии установлено, что при введении в систему солей металлов происходит структурирование золя, за счет чего происходит повышение вязкости системы по сравнению с исходным золем. Анализ влияния катиона металла на размер частиц с помощью метода динамического рассеяния света показал, что для исходного золя гидродинамический диаметр частиц ≤ 100 нм, а при добавлении в золь электролитов происходит незначительный рост размеров до 110 нм и увеличение количества мелких и крупных частиц. Методом ИК-спектроскопии установлен процесс взаимодействия катионов металлов с частицами золя.

Работа выполнена на оборудовании лаборатории спектроскопии ЦКП ТвГУ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Andrianova Ya.V., Vishnevetskii D.V., Ivanova A.I., Khizhnyak S.D., Pakhomov P.M. Gelation processes in an aqueous solution of L-cysteine/AgNO₃ under the influence of metal salts with various valencies. Russian Chemical Bulletin, 2023, 72, 2171–2179.

УДК: 541.64:547.458.8

Буслаев Дмитрий Леонидович

Механические характеристики полиуретанов на основе диацетата целлюлозы

Научный руководитель: А.М. Бочек

НИЦ «Курчатовский институт»
Институт высокомолекулярных соединений РАН, г. Санкт-Петербург
Лаборатория физической химии полимеров

Получены пленочные материалы на основе диацетата целлюлозы (ДАЦ) с полипропиленгликолем с замещенными концевыми группами 2,4-толуилنديизоцианатом (ППГ*) в растворе диметилацетамида. Механические испытания пленок (смеси ДАЦ-ППГ и контрольная пленка ДАЦ) проведены в режиме одноосного растяжения с помощью универсальной установки для механических испытаний AG-100X Plus. Рабочая длина образцов – 20 мм, скорость растяжения – 10 мм/мин. В процессе испытаний определяли следующие характеристики материала: модуль упругости E , предел текучести σ_T , прочность σ_p и предельную деформацию до разрушения ϵ_p . Характеристики испытанных образцов, усредненные по результатам измерений, представлены в таблице.

Показано, что по мере повышения концентрации ПППГ* в смеси последовательно падают модуль упругости и предел текучести пленок. Предельная деформация материала до разрыва проявляет тенденцию к снижению по мере введения ПППГ* в смесь вследствие сшивки макроцепей ДАЦ молекулами ПППГ*, а также возможных проблем с совместимостью компонентов, микрофазового разделения и накопления локальных механических напряжений на фазовых границах.

Таблица: Результаты механических испытаний пленочных образцов.

№	Состав смеси	d, мкм	E, ГПа	σ_T , МПа	σ_p , МПа	ϵ_p , %
1	ДАЦ	32-37	2.43 ± 0.09	45 ± 2	47 ± 1	52 ± 2
2	ДАЦ-ППГ (87:13 мас.%)	46-52	2.27 ± 0.11	43 ± 2	48 ± 1	26 ± 2
3	ДАЦ-ППГ (72:28 мас.%)	39-42	1.97 ± 0.03	41 ± 2	53 ± 1	29 ± 2
4	ДАЦ-ППГ (57:43 мас.%)	45-49	1.18 ± 0.05	26 ± 1	32 ± 2	22 ± 2

Работа выполнена в рамках гос. задания (тема 124013000726-6) совместно с сотрудниками лаборатории «Многомасштабного экспериментального исследования и моделирования полимерных композитов на основе перспективных термопластов для промышленного применения»

УДК: 544.6.076.327:577.18:54-328

Варзар Анна Алексеевна

Создание ионоселективного электрода для анализа цефуроксима

Научный руководитель: М.В. Минина

Тверской государственной университет, г. Тверь
Кафедра неорганической и аналитической химии

Цефуроксим – является антибиотиком кислотного типа, представляет собой полусинтетический цефалоспориновый антибиотик второго поколения, применяемый для лечения ряда бактериальных инфекций.

Потенциометрические методы основаны на использовании ионоселективных электродов (ИСЭ), соответственно отличаются эффективностью и простотой анализа. Применение данного метода для определения цефуроксима не описано в литературе, поэтому целью настоящей работы явилось создание ИСЭ для его определения и изучения его потенциометрических характеристик.

В работе использовали цефуроксим, фосфорно-молибденовую кислоту (ФМК) ч.д.а., поливинилхлорид (ПВХ) марки С-70 х.ч., циклогексанон ч.д.а., дибутилфталат (ДБФ). Электродноактивное вещество (ЭАВ) получали добавлением к 0,07 М раствору цефуроксима 0,016 М раствора фосфорно-молибденовой кислоты (ФМК) до полного выпадения осадка. Пленочные селективные мембраны с поливинилхлоридной матрицей на основе цефуроксима с ФМК имели состав: к ЭАВ — 0,1 г добавляли 20 мл циклогексанона и 1 капля ДБФ, нагревали до 60 °С и при перемешивании небольшими порциями добавляли 0,98 г ПВХ. После высыхания электроды перед работой вымачивали в растворе 0,01 М цефуроксима в течении суток.

Для определения электродных характеристик использовали электрохимическую ячейку:

Ag/AgCl	0.1 М р-р цефуроксима + 0.1 М р-р KCl	Ионоселек тивная мембрана	Исследуемый раствор	Насыщенный раствор KCl	AgCl	Ag
---------	------------------------------------------------	---------------------------------	------------------------	---------------------------	------	----

Схема 1. Электрохимическая ячейка для определения электродных характеристик

В ходе работы был проведен элементный анализ состава и такие характеристики как: интервал линейности, крутизна электродной функции, время отклика, рабочий интервал значений pH. Определение цефуроксима в готовых лекарственных формах показало работоспособность созданного ИСЭ.

УДК 53.052

Васильева Дарья Владимировна

Влияние катализатора на процесс ацилирования неонола 9-12

Научный руководитель: С.А. Темникова

Тверской государственной университет, г. Тверь
Кафедра органической химии

Этерификация является частным случаем ацилирования, эта реакция очень хорошо изучена. Наиболее часто используемыми катализаторами при осуществлении ацилирования спиртов с помощью карбоновых кислот являются сильные протонные кислоты, такие как: серная, *n*-толуолсульфокислота. Однако также могут использоваться соединения титана [1].

Целью данной работы являлось сравнение каталитической активности *n*-толуолсульфокислоты и диоксида титана в реакции ацилирования различными двухосновными карбоновыми кислотами оксиэтилированного спирта неонола 9-12. Методика применения диоксида титана также подразумевала дополнительную азеотропную осушку для выноса образующейся воды.

В результате было показано, что стандартное проведение реакции в присутствии *n*-толуолсульфокислоты позволяет успешно получать продукты замещения по обеим карбоксильным группам, что представлено в таблице ниже.

Таблица: Выходы целевых продуктов синтеза.

Исходные соединения		Выход, %
Оксиэтилированный спирт	Ацилирующий агент	
Неонол 9-12	Ацетондикарбоновая кислота	54
	Глутаровая кислота	70

В случае использования диоксида титана результаты синтезов оказались отличными от ожидаемых. Взаимодействие карбоновой кислоты и неонола 9-12 в присутствии диоксида титана и толуола подразумевало образование воды в качестве побочного продукта и соответственно отгонку азеотропной смеси воды с толуолом в насадку Дина-Старка, но на практике даже при температуре кипения осушителя (толуола) не было отмечено выделения соответствующей смеси.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Синтез и свойства сложных эфиров адипиновой кислоты / И.Н Вихарева, Е.А. Буйлова, Д.Р. Гатиятуллина [и др.] // Баш. хим. ж. – 2019. – Т. 26. – №2. – С. 33–36.

УДК 631.8

Велмурадов Ашыр Агомуратович

Влияние доз органоминерального удобрения на почвенные показатели

Научный руководитель: О.В. Шилова

Тверская государственная сельскохозяйственная академия, г. Тверь
Кафедра агрохимии, земледелия и лесопользования

Органоминеральное удобрение – агрогумат калия – представляет собой физиологически активные формы гуминовых кислот. Применение такого удобрения существенно изменяет условия почвенного питания растений, вызывая активизацию процессов мобилизации питательных веществ из почвы в усвояемой для растений форме. Использование агрогумата с уменьшенной дозой минеральных удобрений, позволяет получать чистую и экологически безопасную растениеводческую продукцию. Поэтому целью исследований стало изучение эффективности применения разных доз агрогумата на агрохимические показатели дерново-подзолистой почвы. Схема полевого опыта включала варианты с разными дозами агрогумата как в чистом виде, так и в сочетании с разными дозами минеральных удобрений.

Химический анализ агрогумата калия показал, что он обладал слабощелочной реакцией ($pH_{\text{ккл}} = 7,9$), содержал 56,8% органического вещества. Среди элементов питания преобладало количество калия (6,2%), а содержание фосфора составило лишь 0,9%. На опыте возделывался картофель сорта Венета – раннеспелый столовый сорт средней урожайности (160 – 230 ц/га) со средним содержанием крахмала в клубнях – не более 15%.

В конце вегетации опытной культуры, результаты анализа на органическое вещество показали, что наибольшим количеством $S_{\text{орг. вещ-ва}}$ (2,16%) отличалась почва, удобренная агрогуматом в дозе 18 т/га. Внесение агрогумата в дозах 6 т/га и 12 т/га способствовало увеличению $S_{\text{орг. вещ-ва}}$ в среднем на 0,07 – 0,12% соответственно. Кроме того, на протяжении всех сроков наблюдений максимальное содержание нитратного и аммиачного азота, подвижного фосфора и обменного калия выявлено на варианте с минеральными удобрениями или агрогуматом в дозе 6 т/га и $N_{77}P_{52}K_{242}$. Количество элементов питания в почве с агрогуматом в дозе 18 т/га оказалось меньше по сравнению с указанным вариантом и вариантом с 12 т/га и $N_{39}P_{26}K_{120}$ (в среднем в зависимости от периода определений и почвенного показателя на 10 – 19%). Все дозы агрогумата калия обеспечили достоверную прибавку урожая картофеля по отношению к контролю, составившую 12–35 ц/га. Максимальная прибавка урожая картофеля (35 ц/га) получена при совместном использовании агрогумата калия в дозе 6 т/га и $N_{77}P_{52}K_{242}$.

УДК 541.49:581.1

Велмурадов Ашыр Агомуратович

Эффективность использования селеновых микроудобрений при выращивании цукини

Научные руководители: Т.И. Смирнова, О.В. Шилова

Тверская государственная сельскохозяйственная академия, г. Тверь
Кафедра агрохимии, земледелия и лесопользования

Селен для живых организмов – ультрамикроэлемент, однако крайне необходимый для поддержания следующих функций: ферментной; антиоксидантной; детоксицирующей, иммунной и пр. Кроме того, при недостатке селена хуже поглощается и усваивается йод.

В связи с тем, что Тверская область, относится к селено- и йододефицитному региону, весьма актуальной остается задача обогащения сельскохозяйственной продукции указанными элементами. Следует учитывать, что соединения селена токсичны, в том числе селенит натрия, применяемый в качестве селенового микроудобрения. Токсичность неорганических соединений значительно снижается при их хелатировании. Эффективными хелатантами являются комплексоны, производные янтарной кислоты, характеризующиеся значительно большей способностью к естественной деградации при попадании в окружающую среду и в первую очередь – этилендиаминдиантарная кислота (ЭДДЯК). Поэтому целью проводимых исследований стало изучение влияния неорганической формы селенового микроудобрения Na_2SeO_3 и соединения хелатного типа селенит-этилендиаминдисукцината Se-ЭДДЯК на овощное растение цукини (*Cucurbita pepo Zucchini*) сорта Мавр.

Применение разбавленных растворов ($1,27 \cdot 10^{-5}$ моль/л) селенита натрия (Na_2SeO_3), этилендиаминдиантарной кислоты (ЭДДЯК) и комплексоната селена (Se-ЭДДЯК) способствовало обогащению листьев цукини хлорофиллом и каротиноидами. Наибольшим суммарным содержанием хлорофилла отличался вариант с Se-ЭДДЯК (158 мг/100 г листьев), а наименьшим – с ЭДДЯК (121 мг/100 г листьев). В меньшей степени (увеличение на 12 – 13 %) проявилось влияние обработки на содержание каротиноидов при использовании всех испытываемых растворов.

Максимальная урожайность и прибавка к контролю плодов цукини получены на варианте с хелатированным селеном ($3,67 \text{ кг/м}^2$ и $1,14 \text{ кг/м}^2$ соответственно). Применение селенового комплекса способствовало повышению содержания в плодах витаминов С и Р по отношению к контрольным значениям на 14 мг/100 г сырого вещества и на 8 мг/100 г сырого вещества соответственно, в то время как использование селенита натрия – только аскорбиновой кислоты на 12 мг/100 г сырого вещества.

УДК 581.1:541.49

Велмурадов Ашыр Агомуратович

Сравнительное влияние комплексонатов меди и молибдена на продуктивность капусты белокочанной

Научный руководитель: О.В. Шилова

Тверская государственная сельскохозяйственная академия, г. Тверь
Кафедра агрохимии, земледелия и лесопользования

Для ряда полевых культур важными микроэлементами являются молибден и медь. Применение их способствует увеличению продуктивности культур, а также улучшению качественных характеристик получаемой продукции. Особенно требовательны к наличию указанных микроэлементов в доступной форме бобовые культуры и овощные растения: капуста, зеленные культуры, редис и пр. Однако об эффективности использования экологически безопасных, биологически активных органических соединений, включающих молибден и медь, имеются немногочисленные научные публикации. В связи с этим целью исследований стало изучение влияния комплексонатов Mo и Cu на продуктивность капусты белокочанной и биохимический состав кочанов.

Схема опыта включала варианты с обработкой растений растворами: $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$; Mo-ЭДДЯК; CuSO_4 ; Cu-ЭДДЯК в сравнении с контролем Mo-ЭДДЯК и Cu-ЭДДЯК – комплексонаты микроэлементов на основе комплексона (этилендиаминдиантарной кислоты) с концентрацией $2 \cdot 10^{-3}$ моль/л. На опыте возделывалась капуста позднеспелого сорта Крюмон.

Опрыскивание растений молибденсодержащими растворами привело к увеличению урожайности кочанов по сравнению с контролем: на 14 ц/га (или 7,5%) – на варианте с молибдатом аммония и на 23 ц/га (или 12,5%) – на варианте с комплексонатом молибдена; на 19 ц/га (или 8,6%) и на 27 ц/га (или на 13,6%) при использовании сернокислой меди и комплексоната меди соответственно. В кочанах изменилось содержание моно- и дисахаридов по сравнению с контролем: в среднем в зависимости от применяемого раствора на 1,05 – 1,12 г (при обработке растений молибденсодержащими растворами) и на 1,3 – 1,4 г (при обработке медьсодержащими растворами). При опрыскивании растений молибденсодержащими растворами количество аскорбиновой кислоты в кочанах возросло по отношению к контролю: в среднем на 3 – 4 мг/100 г при использовании раствора молибденовокислого аммония и на 5 – 7 мг/100 г при обработке растений раствором комплексоната молибдена. При внекорневой подкормке медьсодержащими растворами количество витамина С изменилось по сравнению с контролем на 4 – 5 мг/100 г при использовании раствора сульфата меди и на 6 – 8 мг/100 г при обработке растений раствором комплексоната меди.

УДК 536.421.1 + 536.911

Вересов Сергей Александрович, Серов Сергей Викторович

О гистерезисе температур плавления и кристаллизации в четырёхкомпонентных металлических наночастицах

Научный руководитель: Н.Ю. Сдобняков

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра общей физики

Следуя работам [1, 2] методом Монте-Карло [3] с использованием потенциала сильной связи [4] исследуются фазовые переходы, отвечающие плавлению и кристаллизации, в четырёхкомпонентных наночастицах (НЧ) Au-Cu-Pd-Pt различного состава. Установлено, что с увеличением доли атомов Pd ширина гистерезиса увеличивается, что приводит к возможной вариативности в конечных конфигурациях НЧ Au-Cu-Pd-Pt.

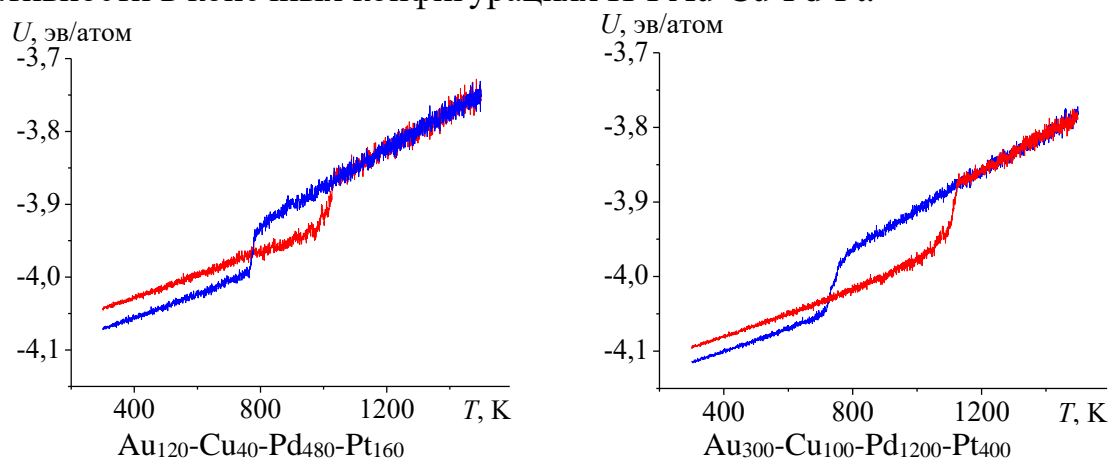


Рис. 1. Типичные калорические зависимости удельной внутренней энергии для четырёхкомпонентных НЧ (красный цвет – нагревание, синий – охлаждение).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Вересов С.А., Савина К.Г. и др. К вопросу изучения процессов структурообразования в четырёхкомпонентных наночастицах // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов. 2022. Вып. 14. С. 371-382.
2. Колосов А.Ю., Савина К.Г. и др. Сценарии структурообразования в четырёхкомпонентных наночастицах: атомистическое моделирование // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов. 2023. Вып. 15. С. 432-443.
3. Свидетельство № 2019661915 РФ. Metropolis / Д.Н. Соколов, Н.Ю. Сдобняков, А.Ю. Колосов, П.М. Ершов, С.С. Богданов; заявитель и правообладатель ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет». № 2019660847; заявл. 30.08.2019; зарегистрировано в реестре программ для ЭВМ 11.09.2019. [1] с.
4. Cleri F., Rosato V. Tight-binding potentials for transition metals and alloys // Physical Review B. 1993. V. 48. I. 1. P. 22-33.

УДК 53.087+539.32

Виноградов Илья Олегович

Датчик регистрации деформации для определения модуля Юнга

Научный руководитель: А.И. Иванова

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра прикладной физики

Современный уровень развития IT технологий требует новых аппаратных и программных решений в создании и оптимизации лабораторных физических практикумов. Цель настоящей работы – автоматизация лабораторной установки и создание усовершенствованного датчика для регистрации данных физического эксперимента по определению модуля Юнга.

В рамках работы создана программа на графически ориентированной платформе LABVIEW ver. 2020, где предусмотрена визуализация определения модуля Юнга по изгибу стержня, автоматизация процесса измерений, работа с механическим датчиком перемещений в режиме калькулятора. После разработки программы датчик процесса измерения модуля Юнга по изгибу стержня был автоматизирован и заменен на компьютерный манипулятор мышка типа GML-14 с разрешением 1200 dpi/дюйм, подключенный к компьютеру, что упростило получение экспериментальных данных.

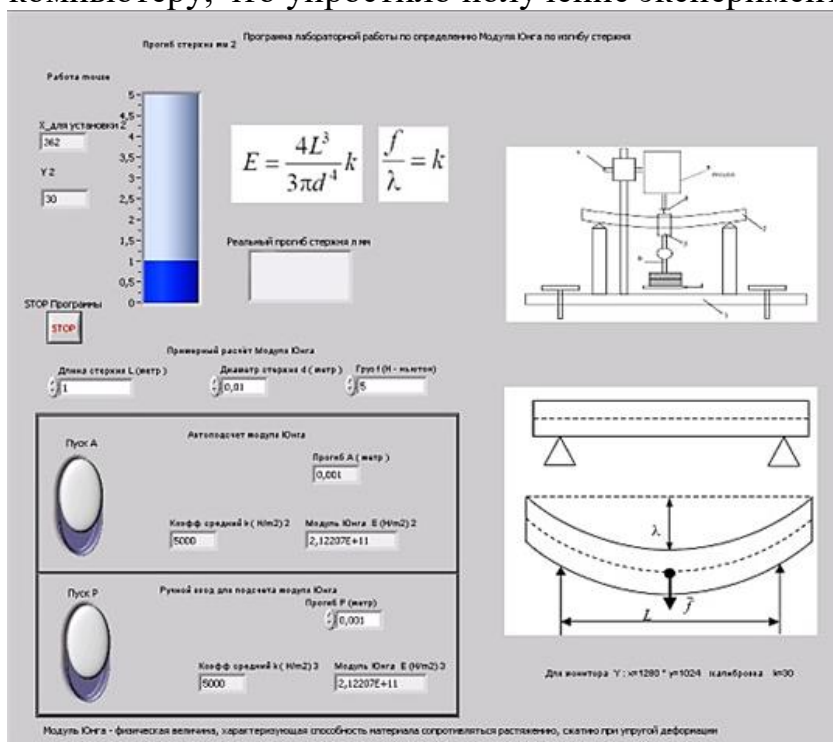


Рис.1. Измерение модуля Юнга по изгибу стержня с датчиком

Автоматизация исследовательской установки с усовершенствованным датчиком позволяет определять значения модуля Юнга различных материалов с относительной погрешностью 15%.

УДК 615.322

Волкова Валерия Максимовна

Наночастицы серебра, полученные с использованием водных экстрактов листьев Багульника болотного

Научный руководитель: С.Д. Хижняк

Тверской государственной университет, г. Тверь
Кафедра физической химии

В настоящий момент большой интерес вызывает разработка новых, экономически выгодных и экологически безопасных методов синтеза наночастиц металлов. Применение экстрактов растений создает новые условия для синтеза наночастиц, поскольку растения одновременно обеспечивают синтез и стабилизацию частиц и при этом не содержат токсичных веществ.

Целью данной работы является изучение синтеза наночастиц серебра (НЧС) с использованием водных экстрактов листьев багульника болотного, лекарственного растения с высоким содержанием эфирных масел. В работе с помощью комплекса физико-химических методов (спектроскопии УФ-видимого диапазона, динамического светорассеяния, сканирующей электронной микроскопии) изучены кинетика формирования наночастиц серебра, влияние концентрации исходных компонентов (AgNO_3 и экстракта листьев растения) на характеристики наночастиц – размер, агрегативную устойчивость, стабильность во времени.

Для оценки влияния концентрации AgNO_3 и листьев багульника на скорость образования наночастиц и их размеры были приготовлены серии растворов, в которых соотношение объем водного экстракта/объем AgNO_3 варьировали следующим образом: 0.5/1.0; 1.0/1.0; 1.0/2.0, при этом изменяли и содержание растения в экстракте. С помощью УФ-спектроскопии определены величины поглощения и значения максимума полосы плазмонного резонанса наночастиц, которые характеризуют размер и концентрацию НЧС в растворе. Установлено, что скорость синтеза наночастиц серебра, их размер зависят не только от концентрации, но и соотношения исходных компонентов. Отрицательный заряд НЧС (-22, -24 мВ), измеренный с помощью электрофоретического светорассеяния, а также результаты энергодисперсионного анализа позволяют предположить участие полифенольных и тиолсодержащих соединений, входящих в состав листьев багульника, в модификации поверхности наночастиц, что обеспечивает их агрегативную устойчивость.

Данная работа выполнена на оборудовании лаборатории спектроскопии центра коллективного пользования ТвГУ

УДК: 664.144

Вольга Алина Алексеевна

Использование нетрадиционных видов сырья в производстве конфет типа пралине

Научный руководитель: Е.Н. Карасёва

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра биохимии и биотехнологии

Конфетная масса типа широко используется не только для изготовления конфет, но и начинок. В настоящее время используются классические рецептуры, но применяя нетрадиционные виды сырья привлечёт потребителей, а эксклюзивная рецептура может стать отличительным знаком для малого предприятия.

Вяленая вишня благодаря специальной технологии сушки и отсутствию термического воздействия сохранила все свои полезные компоненты. Она является источником меди, железа, фосфора, витаминов С, В, РР, Е и многих других элементов.

Кэроб является одним из популярных заменителей какао, но, в отличие от какао, имеет выраженный сладкий вкус. В составе продукта содержатся витамины - А, В и D. Кэроб богат на протеины, содержащие соединения железа, наиболее подходящие для нашего организма.

Производство конфетных масс типа пралине состоит из следующих стадий: смешивание рецептурных компонентов, вальцевание, отминка и темперирование, выпрессовывание, охлаждение, резка, упаковка.

В процессе работы было проведено сравнение классической рецептуры и исследуемой рецептурой. Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Сравнительная таблица энергетическая ценность, содержание жира, белка и углеводов в 100 г изделий.

Наименование	Классическая рецептура	Рецептура с заменой
Белки	5,92	4,24
Жиры	28,34	28,26
Углеводы	50,43	72,50
Энергетическая ценность	580,95	544,30

В конфетной массе типа пралине с заменой, в сравнение с классической рецептурой, количество белка уменьшилось на 28%, содержание жира снизилось на 0,3%, количество углеводов увеличилось на 44%, а энергетическая ценность уменьшилось на 6%.

УДК 544.473-039.63

Воробьева Анна Дмитриевна, Туманова Галина Алексеевна

Деоксигенация стеариновой кислоты в присутствии катализаторов на основе шунгита

Научный руководитель: А.А. Степачёва

Тверской государственный технический университет, г. Тверь
Кафедра Биотехнологии, химии и стандартизации

Синтез биодизельного топлива привлекает все большее внимание в мире. Биодизелем называют соединения, полученные при переэтерификации (первое поколение) или деоксигенации (второе поколение) растительных масел и животных жиров. Биодизельное топливо обладает теми же характеристиками, что и нефтяной дизель, но при этом считается углероднейтральным. Процесс деоксигенации проводят, как правило, в присутствии водорода при температуре 250-400 °С и давлении 0,6-5,0 МПа. Деоксигенация может проводиться как в присутствии растворителя, так и без него. При производстве биодизеля второго поколения образуются углеводороды C₁₂-C₁₈. Деоксигенация является сложным процессом, входящим в группу процессов гидроочистки, которые широко используются в нефтепереработке. Одной из основных проблем гидроочистки является поиск активных и стабильных катализаторов. В настоящее время ведутся разработки в области синтеза катализаторов деоксигенации. В качестве активной фазы используются благородные (Pd, Pt, Ru) или переходные (Co, Ni) металлы. В качестве носителей наиболее часто в деоксигенации применяют цеолиты, углеродные материалы, или полимеры.

В данной работе изучен процесс деоксигенации стеариновой кислоты, выбранной в качестве модельного соединения, в присутствии гетерогенных никельсодержащих катализаторов, нанесенных на природный углеродсодержащий носитель – шунгит. Процесс деоксигенации проводился в среде сверхкритического растворителя (н-гексана) при температуре 250-300 °С и автодавлении, создаваемом парами растворителя. Изучено влияние метода синтеза катализатора, соли-прекурсора металла, времени синтеза, предварительной прокалки и восстановления на конверсию стеариновой кислоты и выход углеводородов дизельной фракции.

УДК: 547.821.3

Воробьева Анастасия Олеговна

Термическая стабильность и электропроводность тетрахлорферратов и тетрахлорманганатов N-алкилпиридиния

Научный руководитель: О.Е. Журавлёв

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра органической химии

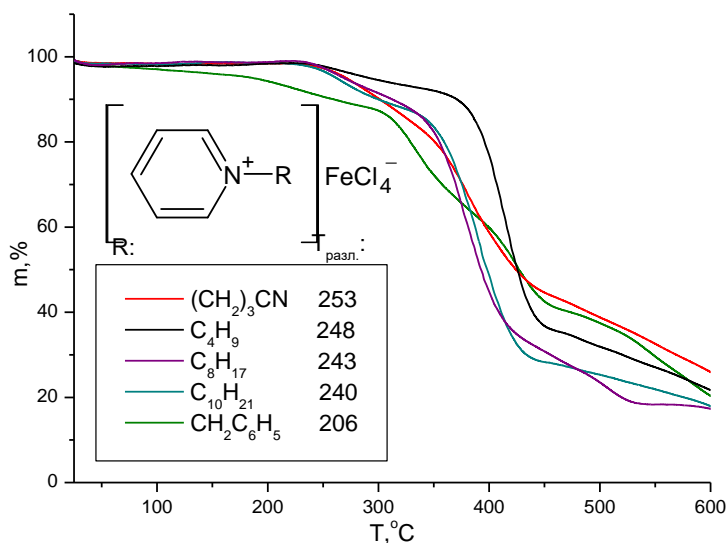


Рис. 1:

Термическая стабильность и температуры начала разложения тетрахлорферратов N-алкилпиридиния в интервале температур 25-600°C

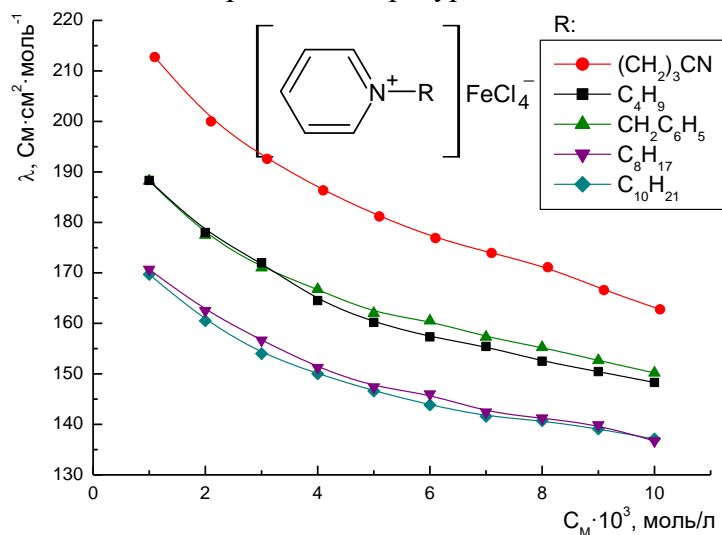


Рис. 2:

Зависимости эквивалентной электропроводности растворов тетрахлорферратов N-алкилпиридиния от концентрации в ацетонитриле при 25°C

Величина электропроводности важна в применении ионных жидкостей (ИЖ) как электролитов в электрохимической области, термостабильность позволяет использовать ИЖ в химических процессах, проводимых при высоких температурах (200-300°C и выше). Целью работы является исследование термической стабильности и электропроводности ИЖ – тетрахлорферратов и тетрахлорманганатов N-алкилпиридиния с различными фрагментами алкильного заместителя.

Термогравиметрический анализ позволил определить температуры начала разложения исследуемых ИЖ (рис.1). Кондуктометрический анализ выявил зависимость эквивалентной электропроводности от концентрации ИЖ (рис.2). Установлены влияния природы анионов и структуры катионов на термическую стабильность и электропроводность тетрахлорферратов и тетрахлорманганатов N-алкилпиридиния.

УДК: 66.094.524.52, 547.484.541

Гаврилова Евгения Павловна

Синтез твёрдых кислотных катализаторов на основе сверхсшитого полистирола

Научный руководитель: О.В. Манаенков

Тверской государственной технической университет, г. Тверь
Кафедра биотехнологии, химии и стандартизации

Гомогенные кислотные катализаторы (минеральные кислоты) обладают многими преимуществами, включая высокую активность и отличную способность к диффузии в растворах. Однако их использование сопряжено с проблемами коррозии оборудования, очистки готового продукта, утилизации, опасностью для человека и окружающей среды [1]. Эффективной альтернативой минеральным кислотам являются твёрдые кислотные катализаторы, такие как сульфированные углеродные носители, ионообменные смолы, оксиды, цеолиты, и др., которые избавлены от вышеуказанных проблем и могут быть легко отделены, регенерированы и использованы вновь [2]. Весьма перспективным является использование с этой целью сверхсшитых полимеров, обладающих уникальными свойствами: развитой удельной поверхностью, возможностью модификации, исключительными адсорбционными свойствами, химической и термической стабильностью, низкой стоимостью.

В данном исследовании предложена методика синтеза сульфированного сверхсшитого полистирола (СПС) MN270. Согласно методике, полимер смешивают дихлорэтаном и перемешивают в течение 1 ч. Далее к смеси прибавляют концентрированную серную кислоту и нагревают до 80 °С. Смесь выдерживают при данной температуре в течение нескольких часов. Сульфированный полимер отделяют на фильтре, промывают водой, этанолом и высушивают. Синтезированные образцы были охарактеризованы методами низкотемпературной адсорбции азота, хемосорбции аммиака, термогравиметрии и протестированы в реакции конверсии фруктозы в леулиновую кислоту (ЛК). В частности, было показано, что сульфированный СПС стабилен до температур порядка 200 °С, а при его использовании в реакции конверсии фруктозы были получены выходы ЛК до 25 %.

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ (проект 23-79-00009)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Mazar A., Jemaа N., Al Dajani W.W., Marinova M., Perrier M. Furfural production from a pre-hydrolyzate generated using aspen and maple chips. Biomass Bioeng. No. 104, 2017, P. 8-16.
2. Bhaumik P., Dhepe P.L. (). Solid acid catalyzed synthesis of furans from carbohydrates. Catal. Rev. No. 58, 2016, P. 36-112.

УДК: 678.555

Гагай Оксана Олеговна, Сергеев Никита Константинович

Выделение маннита и липидно-пигментного комплекса из бурых водорослей

Научный руководитель: И.И. Осовская

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и
дизайна, г. Санкт-Петербург
Кафедра физической и коллоидной химии

Бурые водоросли являются сырьём для получения биологически активных веществ (БАВ): йода, альгиновой кислоты, полифенолов [1,2] маннита, липидно-пигментного комплекса (ЛПК) и др. В настоящее время совершенствуется технология выделения этих препаратов для их использования в качестве новых объектов в медицине и фармацевтике. В частности, маннит – является диуретиком, используется как заменитель сахара, антисептик. Концентрат липидного комплекса – проявляет противоопухолевые, антиметастатические свойства. Целью данной работы является выделение и сравнение выхода маннита и липидно-пигментного комплекса из бурых водорослей *saccharina japonica* (Китай) и *focus vesiculosus* (микронезированный). Липидно-пигментный комплекс выделяли в аппарате Сокслета, экстрагент–хлороформ. Маннит извлекали спиртовой экстракцией экстрагент–этанол. Оптимальное время экстрагирования, установленное опытным путём, составляет 3 часа. Выход, отнесённый к массе абсолютно сухого вещества ЛПК, составил 3,19 % из *focus vesiculosus* и 1,20 % из *saccharina japonica*; маннита 4,06 % из *saccharina japonica*, 3,36 % из *focus vesiculosus*.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Боголицин К. Г. Комплексное исследование химического состава бурых водорослей. Химия растительного сырья. 2012. №4. С. 153–160.
2. Сергеев Н.К. Выделение альгинатов из ламинарии с последующей модификацией. XXIX Каргинские чтения: тезисы докладов. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2023. – 156 с.

УДК 536.421.1 + 536.912

Галицкий Дмитрий Александрович

Разработка модуля управления лабораторной установкой по изучению движения маятника Максвелла

Научный руководитель: А.А. Репин

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра общей физики

Программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС) дают возможность гибко решать различные задачи, связанные с созданием электронных приборов. Использование уже существующих модулей, написанных на VHDL (языке описания аппаратуры) [1], и сопряжения их с новыми разработками, позволяет быстро реализовать новые устройства на базе ПЛИС.

В лаборатории механики кафедры общей физики для установки по изучению движения маятника Максвелла [2] потребовалась замена электронного измерительного блока. Для выполнения данной задачи требовалось реализовать управление электромагнитом и измерение времени опускания маятника Максвелла. В САПР Quartus II [3] на языке VHDL для ПЛИС Cyclone IV E разработан модуль управления, который формировал сигнал удержания диска маятника Максвелла в электромагните, обрабатывал сигналы с фотодатчиков и измерял время движения этого диска. Для вывода измерений использован ранее разработанный модуль вывода на VGA монитор. В результате выполнена модернизация лабораторной установки по изучению движения маятника Максвелла, которая сейчас используется в учебном процессе в лаборатории кафедры общей физики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Бибило П.Н. Основы языка VHDL. М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2016. 200 с.
2. Общий физический практикум. Механика / под ред. А.Н. Матвеева, Д.Ф. Киселева. М.: Изд-во МГУ, 1991. 272 с.
3. Ефремов Н.В. Введение в систему автоматизированного проектирования Quartus II: учебное пособие. М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2011. 147 с.

УДК 536.421.1 + 536.912

Галузин Иван Русланович

О взаимосвязи структуры и стабильности биметаллических наночастиц $Ni@Ag$ И $Ag@Ni$

Научные руководители: Н.Ю. Сдобняков, С.С. Богданов

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра общей физики

Стабильность инверсных наноструктур типа ядро-оболочка представляют интерес с точки зрения их практических применений [1]. Взаимосвязь между процессом сегрегации и стабильности биметаллических наночастиц $Ag@Ni$ и $Ni@Ag$ описана в [2]. В рамках молекулярно-динамического эксперимента были изучены энергетические спектры и распределения кристаллических фаз в биметаллических наночастицах $Ag_{675}@Ni_{3325}$ и $Ni_{675}@Ag_{3325}$ (см. рис. 1).

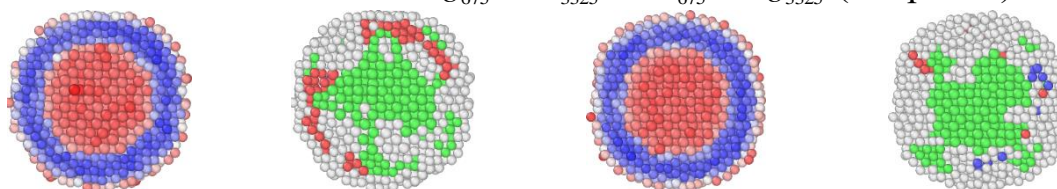


Рис. 1. Энергетический спектр и структура наночастицы $Ag_{675}@Ni_{3325}$ в процессах нагревания (слева) и охлаждения (справа) при температуре 1050 К. Представлено распределение атомов по энергии -4,7372 -2,3133 эВ/атом и распределение по составу фаз (зеленый – ГЦК, красный – ГПУ, синий – ОЦК, белый – нераспознанные).

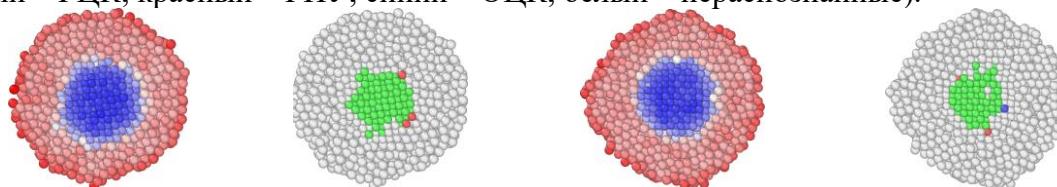


Рис. 2. Энергетический спектр и структура наночастицы $Ni_{675}@Ag_{3325}$ в процессах нагревания (слева) и охлаждения (справа) при температуре 1050 К. Представлено распределение атомов по энергии -4,8965 -1,6181 эВ/атом и распределение по составу фаз (зеленый – ГЦК, красный – ГПУ, синий – ОЦК, белый – нераспознанные).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Самсонов В.М., Сдобняков Н.Ю., Колосов А.Ю. и др. О факторах стабильности/нестабильности биметаллических наноструктур ядро-оболочка // Известия РАН. Серия физическая. 2021. Т. 85. № 9. С. 1239-1244.
2. Савина К.Г., Галузин И.Р., Колосов А.Ю. и др. О процессах сегрегации и стабильности биметаллических наночастиц $Ni@Ag$ и $Ag@Ni$ // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов. 2022. Вып. 14. С. 499-511.

УДК: 537.622

Гарюк Ирина Дмитриевна

Влияние длительности отжига на микроструктуру гетерогенного сплава Sm-Gd-Zr-Co-Cu-Fe

Научный руководитель: Е.М. Семенова

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра физики конденсированного состояния

Высококоэрцитивное состояние магнитных материалов достигается в результате формирования оптимальной микро- и наноструктуры. Для этого в качестве основы выплавляются нестехиометрические составы, которые в процессе синтеза разделяются на несколько структурных составляющих, образуя гетерогенную структуру. Для оптимизации исходной структуры и с целью формирования высококоэрцитивного состояния применяются изотермические отжиги. В данной работе рассматривается влияние длительности изотермического отжига на параметры микроструктуры и коэрцитивную силу сплава $(\text{Sm}_{0,8}\text{Gd}_{0,2})_{0,85}\text{Zr}_{0,15})(\text{Co}_{0,69}\text{Cu}_{0,088}\text{Fe}_{0,222})_{6,0}$.

Сплавы были получены методом индукционной плавки, после чего подвергались высокотемпературной обработке (гомогенизации) при 1170–1185°C в течение 3 часов с последующей закалкой до комнатной температуры. Низкотемпературный отжиг проводился при температуре 800°C в течение 8, 16 и 24 часов с последующим медленным охлаждением до 400°C. Микроструктура выявлялась методами оптической, растровой электронной и сканирующей зондовой микроскопии. Полевые зависимости намагниченности измерялись методом вибрационного магнитометра.

После выплавки в сплавах методами оптической металлографии и РЭМ-микроскопии выявляются три структурные составляющие, в которых в процессе гомогенизации происходит формирование пересыщенных однородных твердых растворов. Показано, что изотермический отжиг различной длительности практически не изменяет параметры микроструктуры, которые выявляются средствами оптической микроскопии. Однако, величина коэрцитивной силы изменяется от 0,34 кЭ для образцов, отожженных в течение 8 часов до 2 кЭ – после отжига в течение 24 часов. То есть, увеличение длительности отжига привело к росту коэрцитивной силы более чем в 5 раз. Учитывая, что параметры микроструктуры при этом значительно не изменились, можно сделать вывод, что трансформация структуры фазовых составляющих сплава происходит на наноразмерном уровне. В работе были получены и проанализированы СЗМ-изображения наноструктуры рассматриваемых образцов сплавов.

Исследования выполнены на оборудовании Центра коллективного пользования научной аппаратурой и оборудованием ТвГУ

УДК: 691.175.5/8

Герасимов Дмитрий Игоревич

Релаксационные процессы и фазовая кристаллическая структура пленок поливинилиденфторида

Научный руководитель: Г.К. Ельяшевич

Институт высокомолекулярных соединений РАН, г. Санкт-Петербург

В многостадийном процессе, включающим стадии экструзии расплава, отжига экструдированных образцов и их одноосного растяжения при комнатной и повышенной температурах, были получены пленки поливинилиденфторида (ПВДФ, $M_w = 190000 \text{ г}\cdot\text{моль}^{-1}$, $T_{пл} = 172^\circ\text{C}$) с различным содержанием полиморфных кристаллических модификаций (α - и β -форм). В условиях приложения ориентационных воздействий на расплав полимера (λ) в образцах формируется ориентированная кристаллическая структура, которую характеризовали фактором ориентации (f_c) и степенью кристалличности (χ). Полиморфный α - β переход реализовали на стадиях одноосного растяжения, основным параметром которых являлась суммарная кратность растяжения (ϵ_Σ). В таблице приведены параметры процесса получения образцов и их основные характеристики.

Таблица.

Характеристики образцов ПВДФ различного фазового состава

Образец	Параметры процесса получения	Степень кристалличности, %	Фактор ориентации	Состав кристаллической фазы
Образец 1	$\lambda=15$ $T_{отж}=120^\circ\text{C}$	63.2	0.60	Только α -фаза
Образец 2	$\lambda=15$ $T_{отж}=170^\circ\text{C}$ $\epsilon_\Sigma=2.38$	70.9	0.80	α - + β фазы. Содержание β -фазы 66.2 %

Методом широкополосной диэлектрической спектроскопии в диапазоне от -100 до $+180^\circ\text{C}$ показано наличие в пленках ПВДФ четырех основных температурных зон протекания релаксационных процессов. Для процессов γ -, α_α -, α_c -релаксации и межфазной поляризации были определены энергия активации и время релаксации. γ -, α_c -процессы и межфазную поляризацию описывали уравнением Аррениуса, а для α_α -процесса использовали уравнение Фогеля-Фулчера-Таммана. Показано что полиморфный α - β переход затрудняет протекание релаксационных процессов, что может быть следствием увеличения фактора ориентации образцов, фазовой структуры и полярной формы кристаллитов β -фазы.

УДК: 631.871

Гладкова Людмила Андреевна

Исследование антиоксидантной активности и биологической активности водных экстрактов, полученных из створок фасоли

Научный руководитель: Е.В. Ожимкова

Тверской государственный технический университет, г.Тверь
Кафедра биотехнологии, химии и стандартизации

На сегодняшний день антиоксиданты успешно применяются не только в пищевой промышленности и медицине, но в практике современного растениеводства, главным образом, для увеличения устойчивости растений к действию стрессовых факторов как биогенной, так и абиогенной природы. В представленной работе в качестве растительного сырья для получения экстрактов с антиоксидантной активностью использовались створки бобовой фасоли сорта «Попугай». Водные экстракты из створок фасоли получали путём настаивания измельченного растительного сырья с растворителем. Экспериментально обосновано соотношение «сырье:экстрагент» и продолжительность экстракции для получения экстрактов с максимальной антиоксидантной активностью.

Для исследования биологической активности полученных экстрактов осуществляли их использовали при проращивании семян льна сорта «Norlin» в чашках Петри с последующим вычислением процента всхожести, среднего значения длины ростков и прироста сырой биомассы растения. Для проведения эксперимента использовали экстракты створок фасоли, разбавленные дистиллированной водой в следующих соотношениях: 1:10, 1:100, 1:1000 и 1:5000, контрольный опыт – проращивание с водой. Закрытые чашки Петри с семенами льна помещали в климатическую камеру при температуре $23\pm 1^\circ\text{C}$, с освещенностью семян не менее 8 часов в сутки, и оставляли на 7 дней. В качестве контроля

Результаты экспериментов по исследованию ростостимулирующей активности водных экстрактов из створок фасоли указывают на увеличение всхожести семян, средней длины побегов и прироста сырой биомассы ростков льна по отношению к контрольным экспериментам. Наилучшие показатели отмечены для серии экспериментов с использованием водных экстрактов из створок фасоли при разведении 1:100 и 1:1000. В опытах с использованием экстрактов из створок фасоли отмечено увеличение всхожести семян льна до $17\pm 1\%$, прироста средней длины ростков на $25\pm 1\%$, прироста биомассы на $21\pm 1\%$ по отношению к контролю.

УДК 544.773.3

Голец Александра Александровна, Рязанова Анастасия Юрьевна

Оценка микроструктурных особенностей водополимерных эмульсий

Научные руководители: В.В. Строкова, П.С. Баскаков

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород
Кафедра материаловедения и технологии материалов

Путем высокоскоростного эмульгирования на лабораторном смесителе Silverson L5m-A были получены водные эмульсии на основе трех типов полиметилсилоксановой (ПМС) жидкости и эмульгатора – поливинилового спирта (ПВС) (табл.), проанализированы структурные особенности и дисперсность составов с помощью поляризационного микроскопа ПОЛАМ Р-312 в проходящем свете (рис.).

Таблица: Зависимость дисперсности водной эмульсии от марки ПМС в составе

№ состава п/п	Состав эмульсии (ПМС/ПВС/вода), %	Размер капель, мкм
1	51 / 6 / 43	30
2	36,4 / 7,6 / 56	21
3	40,95 / 7,09 / 51,96	13



Рис. 1 – Изменение структуры эмульсий в зависимости от марки ПМС:

а) ПМС-100; б) ПМС-200, в) ПМС-300

Анализ микроснимков (рис.) наглядно показывает структуру полиметилсилоксановых эмульсий в зависимости от использования различных марок ПМС, отличающихся между собой количеством в своем составе силикона. При использовании ПМС-100 (состав №1) наблюдается неравномерное плотное распределение полидисперсных капель дисперсной фазы, что говорит о нестабильности эмульсии. Рассматривая эмульсию с содержанием ПМС-300 (состав №3), можно наблюдать не плотное распределение полидисперсных капель дисперсной фазы наиболее мелкого размера. По результатам исследования можем выделить наилучший состав с применением марки ПМС-200, эмульсия, приготовленная на его основе, отличается наилучшей структурой за счет равномерного распределение в объеме капель дисперсной фазы крупного размера – до 21 мкм.

Работа выполнена в рамках реализации государственного задания Минобрнауки РФ № FZWN-2023-0006 с использованием оборудования Центра высоких технологий БГТУ им. В.Г. Шухова

УДК 544.032.1+004.94

Голубев Дмитрий Игоревич

Исследование стабильности двуслойной нанопленки кремния с использованием потенциала Стиллэнджера-Вебера

Научный руководитель: С.А. Васильев

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра прикладной физики

В данной работе проводится оценка стабильности кремниевых двуслойных нанопленок с помощью потенциала Стиллэнджера-Вебера [1]. Он состоит из двух элементов: парного потенциала (энергия взаимодействия между двумя соседними атомами) и трехчастичного потенциала, причем последний специально добавляется для энергетического стимулирования тетраэдрического окружения атомов. Этот потенциал представляет собой удовлетворительную эмпирическую модель для монокристаллического кремния. Он часто используется в расчетах молекулярной динамики. Однако, у него также есть ограничения, например, невозможно правильно воспроизвести поверхностные структуры или политипные структуры кремния.

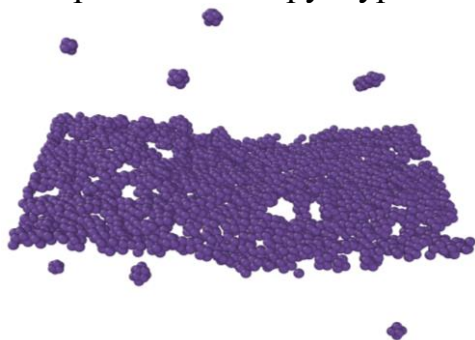


Рис. 1. Конечная конфигурация двуслойной нанопленки кремния.

Начальная конфигурация системы представляла бесконечную по двум направлениям плёнку Si с кристаллической структурой типа алмаза, помещённой в ячейку размером 20×20 параметров ячейки с периодическими граничными условиями.

Параметр ячейки равен 0,5431 нм. В процессе моделирования, с помощью программы LAMMPS [2], такая конфигурация релаксировалась в течение 1 нс (1 млн. шагов) при 300 К. На рис. 1 изображена конечная конфигурация двуслойной нанопленки Si. После релаксации в течение миллиона шагов при неизменяемых условиях происходит образование множественных разрывов, однако полного разрушения пленки не наблюдается.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Allen, M.P. Computer simulation of liquids / M.P. Allen, D.J. Tildesley. New York: Oxford University Press, 1987. 385 p.
2. LAMMPS Molecular Dynamics Simulator. Режим доступа: <https://www.lammps.org>. 03.03.2024

УДК 615.322

Горбань Анастасия Павловна

Изучение потенциала листьев боярышника для производства наночастиц серебра

Научный руководитель: С.Д. Хижняк

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра физической химии

Синтез наночастиц серебра с использованием растительного сырья является актуальным и перспективным направлением, особенно с учетом антибактериальных и антиоксидантных свойств наночастиц и возможностью получения на их основе различных лекарственных форм для наружного применения. Боярышник, обладающий высоким содержанием биологически активных веществ, является потенциальным кандидатом для зеленого синтеза наночастиц серебра (НЧС). Цель данной работы – оценка с помощью методов УФ-видимой спектроскопии и динамического светорассеяния эффективности синтеза НЧС с использованием водных экстрактов листьев боярышника, собранных на территории г. Твери и Тверской области в сентябре 2023 года.

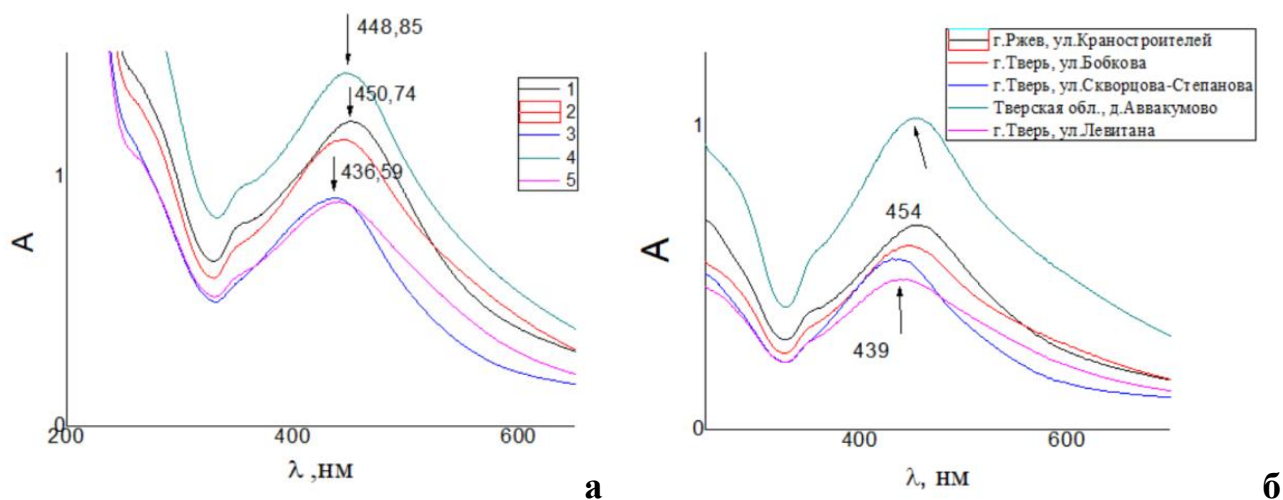


Рис. Электронные спектры водных экстрактов листьев боярышника из различных мест сбора (1-5) через 19 (а) и 135 (б) дней после добавления AgNO_3

Добавление раствора нитрата серебра к водным экстрактам листьев приводит к существенным изменениям в электронных спектрах образцов – появлению полосы плазмонного резонанса НЧС с максимумом $\sim 435\text{--}455$ нм. Результаты метода динамического светорассеяния позволяют сопоставить размеры частиц со значением максимума полосы плазмонного резонанса и получить дополнительную информацию о стабильности НЧС.

Работа выполнена на оборудовании лаборатории спектроскопии ЦКП ТвГУ

УДК 539.21 : 620.193

Григорьев Роман Евгеньевич, Савина Ксения Геннадьевна

Сравнение энергетических спектров в бинарных Ni-содержащих наночастицах в процессе избирательной коррозии

Научный руководитель: Н.Ю. Сдобняков

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра общей физики

Избирательная коррозия находит применение как метод получения структурированных бинарных и многокомпонентных металлических наночастиц (НЧ). Ранее в [1, 2] данный процесс рассматривался нами для Pt-содержащих бинарных НЧ. В данной работе в качестве объектов атомистического моделирования нами были выбраны бинарные НЧ Ni-Pt, Ni-Al и Ni-Cr с начальным числом атомов $N=3000$, эквиатомного состава с равномерным распределением компонентов по объему. Моделирование проводилось с использованием двух альтернативных методов: молекулярной динамики (МД) и Монте-Карло (МК). Изменение энергетического спектра связано с образованием пор как на поверхности, так и внутри НЧ. Результаты МК и МД моделирования хотя в целом согласуются друг с другом, в методе МД конечная конфигурация ядра НЧ соответствует более низким значениям энергии, т.е. более стабильно.

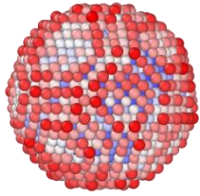

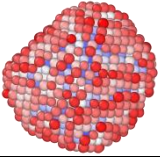
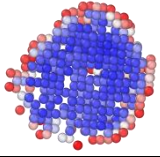
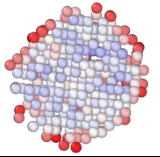
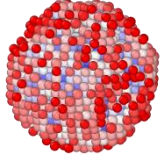
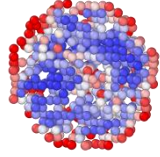
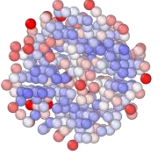
Метод	Начальная конфигурация	Спектр энергии	Конечная конфигурация	Атомы Ni	Атомы Al
				частицы в разрезе	
МД					
МК					

Рис. 1. Анализ энергетического спектра бинарных НЧ Ni-Al в процессе избирательной коррозии (выбран единый диапазон энергий в эВ/атом).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Sdobnyakov N.Yu., Samsonov V.M., Kolosov A.Yu. et al. Computer simulation of dealloying in Cu-Pt nanoparticles // Journal of Physics: Conference Series. 2020. V. 1658. Art. № 012048. 6 p.
2. Savina K., Grigoryev R., Myasnichenko V. et al. Dealloying in Pt-based nanoalloys as a way to synthesize bimetallic nanoparticles: atomistic simulations // Nano-Structures & Nano-Objects. 2023. V. 34. Art. no. 100977. 7 p.

УДК: 542.973

Грипенко Анастасия Викторовна

Каталитическое гидрирование глюкозы в проточном реакторе: влияние температуры и давления

Научный руководитель: М.Е. Григорьев

Тверской государственный технический университет, г. Тверь
Кафедра биотехнологии, химии и стандартизации

Сорбит – продукт каталитического гидрирования глюкозы, находит широкое применение в пищевой и химико-фармацевтической промышленности. Его используют для получения различных химических веществ и, прежде всего, витамина С. Процесс гидрирования глюкозы осуществляют обычно в реакторе периодического действия, что не всегда экономически целесообразно, так как сорбит – крупнотоннажный продукт и требует больших объемов производств. Непрерывное гидрирование с использованием неподвижного слоя катализатора является приемлемой альтернативой периодической технологии получения сорбита. Для этого обычно изучают процесс гидрогенизации с использованием модельного катализатора; устанавливают влияния различных факторов на процесс, например, температуры и давления, которые имеют большое влияние на конверсию субстрата и селективность по целевому продукту.

В данной работе проводилось исследование влияния температуры и давления на процесс гидрирования глюкозы до сорбита с использованием модельной каталитической системы – Ru/C.

В ходе выполнения исследования было установлено, что повышение температуры процесса гидрирования увеличивает конверсию субстрата, что характерно для большинства реакций гидрирования. Однако, при этом происходит постепенное уменьшение селективности по сорбиту, что можно объяснить интенсификацией скоростей побочных реакций. С увеличением же объемной скорости потока раствора глюкозы при постоянной температуре происходит повышение селективности по сорбиту, вероятно, это связано с меньшим временем контакта глюкозы и сорбита с неподвижным слоем катализатора. Повышение давления в процессе гидрирования положительно сказывается на конверсии глюкозы (100% при давлении 40 бар). При этом увеличения объемной скорости потока водорода (с 20 до 50 нмл/мин) при постоянном давлении приводит к уменьшению селективности по сорбиту, это можно объяснить интенсификацией побочных процессов. Основным побочным продуктом является маннит, что указывает на происходящий с участием рутениевого катализатора процесс изомеризации сорбита в маннит.

УДК 538.913

Гурьева Светлана Анатольевна

Возникновение конформационных дефектов в линейных цепях тетракозана при твердофазных переходах

Научный руководитель: В.А. Марихин

Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, г. Санкт-Петербург

Методом ИК Фурье-спектроскопии исследованы полиморфные превращения тетракозана $C_{24}H_{50}$ при нагревании. Проведён детальный анализ возникающих конформационных изменений на основании наблюдаемых температурных трансформаций ИК спектров в области $\nu = 700 - 1200 \text{ cm}^{-1}$ (Рис. 1), содержащей прогрессии маятниковых колебаний CH_2 групп (P_k) и валентных (скелетных) колебаний $C - C$ связей (R_k), а также in-plane маятниковое колебание CH_3 групп (β).

Выявлено нарушение регулярности цепей в сердцевинах ламелей на основании температурных изменений прогрессий колебаний (P_k и R_k). Обнаружено возникновение концевых гош-дефектов, число которых возрастает при каждом переходе между промежуточными ротационными фазами (R_I , R_{II} , R_V). Предложен механизм структурных перестроений в тетракозанае.

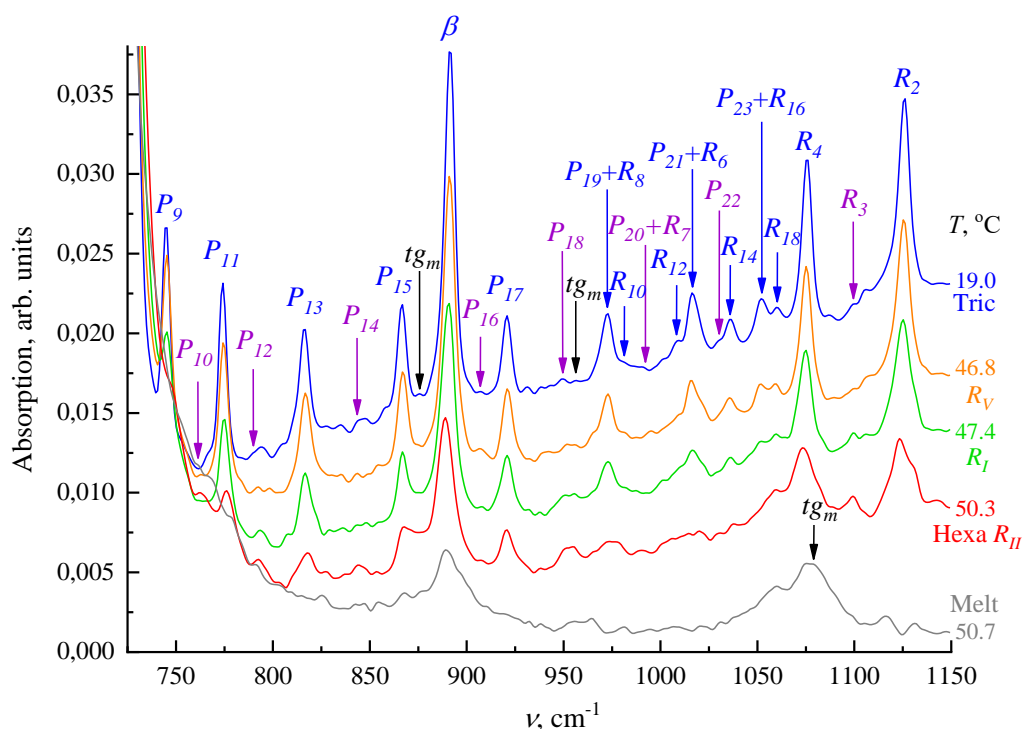


Рис. 1. ИК спектры различных фазовых состояний тетракозана $C_{24}H_{50}$ при нагревании. Синим цветом обозначены прогрессии полос P_{odd} и R_{even} , которые характеризуют регулярные транс-последовательности в сердцевинах ламелей. Чёрные стрелки указывают на появление полос постоянной частоты, которые связаны с локализованными модами колебаний. Фиолетовые стрелки указывают на появление полос P_{even} и R_{odd} , которые могут быть ИК-активны только, если цепи содержат по крайней мере один гош-конформер.

УДК 541.49 : 615.33

Гусева Дарья Дмитриевна

Производство изделий из полиэфирных стеклопластиков методом RTM

Научный руководитель: М.В. Минина

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра неорганической и аналитической химии

Стеклопластик - современный конструкционный материал, который нашел широкое применение в различных отраслях промышленности. Он представляет собой композитный материал, состоящий из синтетического полимерного связующего и стеклянного наполнителя. Производство стеклопластика не требует крупных вложений, а получаемые изделия отличаются высокой прочностью, гибкостью, теплоизоляционными и диэлектрическими свойствами. Более того, этот материал обладает высокой стойкостью к коррозии и агрессивному воздействию среды, что существенно увеличивает срок эксплуатации изделий из него.

В данной работе представлена разработка производства изделий из полиэфирных стеклопластиков RTM. Проведен синтез ортофталевого олигомера. Здесь реакцию поликонденсации вступает ортофталевая кислота с двухатомным спиртом бутен -2 – диол - 1,4. Стирол участвует как растворитель. Мономер имеет две функциональные группы образуется линейный полимер.

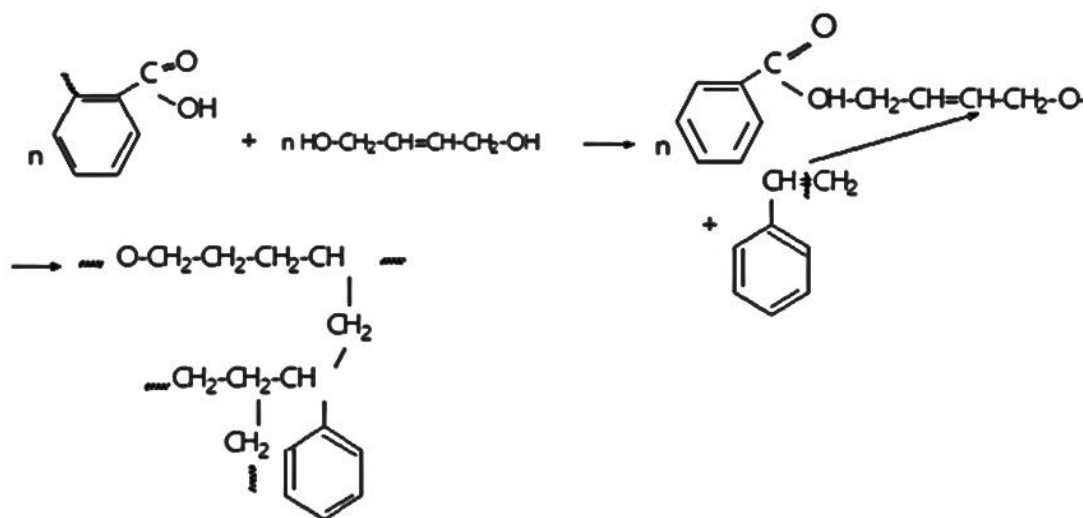


Рис 1. Синтез ортофталевого олигомера

Технология метода RTM (Resin Transfer Molding) – это процесс изготовления композитных изделий, при котором смола проникает в предварительно подготовленную форму с помощью давления. В процессе метода RTM можно сделать вывод о предотвращении выделения летучих веществ в атмосферу.

УДК: 54.052+662.758

Дмитриева Анастасия Алексеевна

Исследование процесса каталитической деоксигенации смеси фенольных соединений в сверхкритических условиях

Научные руководители: А.А. Степачёва, В.Г. Матвеева

Тверской государственный технический университет, г. Тверь
Кафедра биотехнологии, химии и стандартизации

На сегодняшний день фокус исследований в области преобразования лигнина в углеводороды сосредоточен на каталитической деоксигенации модельных соединений лигнина, особенно учитывая его устойчивую и сложную структуру [1,2]. Деоксигенация – процесс расщепления связи углерод-кислород в присутствии водорода и катализатора, что приводит к удалению атомов кислорода из кислородсодержащих соединений [3].

При производстве биотоплива предпочтительно использование сверхкритических флюидов, поскольку они способствуют улучшению тепло- и массообмена в реакционной системе [4].

Было проведено исследование деоксигенации смеси фенольных соединений – анизол, гваякола и фенола – в среде сверхкритического пропанола-2. Процесс был осуществлен в стальном шестиячеечном реакторе-автоклаве Parr Series 5000 Multiple Reactor System (Parr Instrument, USA) с объемом ячейки 50 мл. Масса смеси субстратов 3 г (1:1:1) была растворена в 30 мл растворителя. В качестве газообразной атмосферы был использован водород. Начальное давление варьировалось от 10 до 50 атм. Эксперименты проводились в диапазоне температур 250-300 °С. В качестве катализатора был использован палладий, нанесенный на сверхсшитый полистирол MN-270 методом пропитки по влагоемкости. Массовая доля палладия в катализаторе составляла 5,0 масс. %. Масса катализатора – 0,05-0,25 г. Анализ жидкой фазы осуществлялся с помощью газового хроматомасс-спектрометра GCMS-QP2010S (SHIMADZU, Япония).

В качестве оптимальных были выбраны температура 280 °С, начальное давление водорода – 30 атм, соотношение субстрат-катализатор 20 г/г. Степень удаления кислорода и селективность по бензолу при полной конверсии смеси субстратов составили 98 и 99% соответственно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Guo T., Xia Q., Shao Y., Liu X., Wang Y. // Applied Catalysis A: General. 2017. Vol. 547. P. 30-36.
2. Ariyani D., Nugrahaningtyas K.D., Herald E. // IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 2018. Vol. 333, P. 1-7.
3. Oyedun A.O., Patel M., Kumar M., Kumar A. // Chemical Catalysts for Biomass Upgrading. 2019. P. 35-60.
4. Agarwal A., Park S.-J., Park J.-H. // Fuel. 2020. Vol. 271. P. 1-9.

УДК.66.094.55

Домакова Александра Ивановна

Исследование процесса жидкофазного гидрирования бензола в присутствии металлосодержащих каталитических систем, стабилизированных в ароматических полимерных сетках

Научный руководитель: А.В. Быков

Тверской государственный технический университет, г. Тверь
Кафедра биотехнологии, химии и стандартизации

Гидрирование ароматических соединений один из важнейших процессов, широко применяемых во многих отраслях химической промышленности.

В рамках работы были исследованы процессы гидрирования ароматического субстрата – бензола. Были использованы никельсодержащие катализаторы, которые предварительно синтезировали химическим путём в щелочной среде при температуре 95°C посредством смешения шестиводного хлорида никеля, гипофосфита натрия и полимера.

В представленной ниже таблице приведены данные экспериментов, проводившихся при следующих условиях: температура 230°C и давление 50 атм.

Таблица.

Сравнения выхода продукта реакции гидрирования бензола на никеле, стабилизированном в различных полимерных сетках.

	10% Ni/C-6	10% Ni/C-11	10% Ni/C-12	10% Ni/C-13	10% Ni/C-14
Циклогексан	3,63	0,28	94,65	7,93	37,26

Каталитические системы до и после каталитического цикла охарактеризованы методами инфракрасной спектроскопии и рентгенофотоэлектронной спектроскопии; состав катализата подтверждён данными газовой хроматомасс-спектрометрии.

В ходе исследования показано, что максимальная активность в гидрировании бензола наблюдается для системы 10% Ni/C-12.

УДК: 678:049.167

Дударева Екатерина Алексеевна

Влияние катионов металлов на температуру и время гелеобразования к-каррагинана

Научный руководитель: И.И. Осовская

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна,
г. Санкт-Петербург

Кафедра физической и коллоидной химии

Сегодня медицина и фармацевтика заинтересованы в исследовании свойств водорослей. Фармакологически активные соединения, обнаруженные в морских водорослях, вызывают способность ингибировать противовоспалительные ферменты [1]. Особое место среди морских водорослей занимают красные водоросли, которые стали основным источником для получения многих полисахаридов, одним из которых является каррагинан. Изучение каррагинана важно для его использования в биоинженерии для доставки лекарственных препаратов и в качестве гелей и загустителей в пищевой промышленности. В работе [2] изучалась растворимость к-каррагинана в водных растворах электролитов и органических растворителях. В настоящей работе изучено влияние катионов калия, натрия и кальция на время и температуру гелеобразования. Растворы к-каррагинана с добавлением ионов металлов образуют прозрачные гели с разной прочностью и температурой гелеобразования. Результаты представлены в таблице:

Катионы металлов	Температура гелеобразования, °С	Время гелеобразования, мин
K ⁺	50	15
Ca ²⁺	44	21
Na ⁺	38	35

Выявлено влияние иона калия, кальция и натрия на температуру и время гелеобразования. Дано теоретическое обоснование полученных результатов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Dina S. Ghallab, Reham S. Ibrahim. Marine algae: A treasure trove of bioactive anti-inflammatory compounds// Marine Pollution Bulletin – 2024. – Volume 199. – Pages. 979-985. – DOI 10.1016/j.marpolbul.2023.116023.
2. Дударева Е.А. Растворимость к-каррагинана в водных растворах электролитов и органических растворителях. // Инновационные направления развития науки о полимерных волокнистых и композиционных материалах. Тезисы докладов IV Международной научной конференции. Санкт-Петербург - 2023. С.92-93.

УДК: 53.086

Дудиловская Александра Валерьевна

Методы исследования диэлектрических образцов на сканирующем электронном микроскопе

Научный руководитель: А.И. Иванова

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра прикладной физики

Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ) – один из самых активно используемых методов анализа образцов в материаловедении, химии, биологии, медицине. На сегодняшний день наибольшее развитие способов подготовки образцов для микроскопических исследований связано с непроводящими материалами: диэлектрическими кристаллами и порошками, полимерами, биологическими объектами. В случае непроводящего образца в СЭМ происходит накопление отрицательного заряда в приповерхностной области, что может приводить к дефокусировке и искажениям изображений, ошибкам в количественном микроанализе, изменению эффективной энергии падающих электронов [1].

Цель настоящей работы – сравнительный анализ методов исследования диэлектриков в СЭМ. В работе получены СЭМ-изображения диэлектриков несколькими методами: использование низкого вакуума, нанесение проводящего металлического покрытия, нанесение электропроводной ионной жидкости, использование метода лантаноидного контрастирования. Эксперименты проводились на непроводящих образцах биологического происхождения, а также образцах сегнетокерамики, керна, порошков.

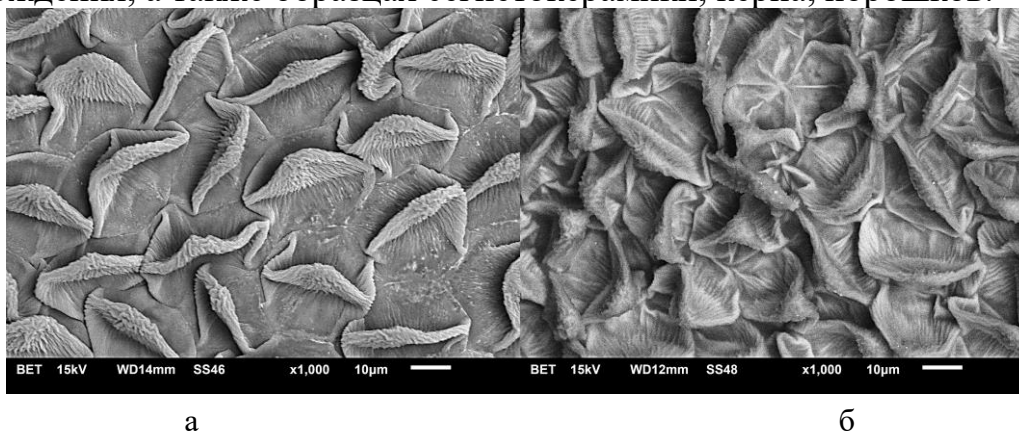


Рис. СЭМ-изображение лепестка розы с напылением Pt (а) и с ионной жидкостью (б).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Журавлев О. Е., Иванова А. И., Гречишкин Р. М. Препарирование объектов для РЭМ-исследований с помощью ионной жидкости // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. 2015. № 9. С. 45–48.

УДК 53.097

Дьякова Екатерина Владимировна

Использование метода весов для уточнения значений параметров действительной составляющей диэлектрической дисперсии

Научный руководитель: О.В. Малышкина

Тверской государственный университет, Тверь
Кафедра прикладной физики

Диэлектрический отклик системы на внешнее воздействие, под которым в первую очередь понимают переменное электрическое поле циклической частоты ω , характеризуется различными определяющими величинами, а именно: диэлектрическая проницаемость ε , время релаксации τ , ширина спектра времен релаксации λ , коэффициент затухания Γ , постоянная, определяющая частотно независимую составляющую проводимости B , s – параметр, характеризующий угол наклона прямолинейных участков на частотной зависимости действительной части комплексной проводимости.

Согласно [1], рассчитанный диэлектрический спектр совпадает с экспериментальным откликом при учете вклада релаксационной проводимости и эффектов затухания. Расчетная формула имеет вид

$$\varepsilon' = \varepsilon(\infty) + (\varepsilon(0) - \varepsilon(\infty)) \times \left(\frac{1 + (\omega\tau_{\varepsilon 1})^{1-\lambda} \sin\left(\lambda \frac{\pi}{2}\right)}{1 + 2(\omega\tau_{\varepsilon 1})^{1-\lambda} \sin\left(\lambda \frac{\pi}{2}\right) + (\omega\tau_{\varepsilon 1})^{2-2\lambda}} + \frac{1}{1 + (\omega\tau_{\varepsilon 2})^2} + \frac{1 + (\omega\tau_{\beta})^{1-\lambda} \sin\left(\lambda \frac{\pi}{2}\right)}{1 + 2(\omega\tau_{\beta})^{1-\lambda} \sin\left(\lambda \frac{\pi}{2}\right) + (\omega\tau_{\beta})^{2-2\lambda}} + \frac{1 - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}{1 - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2 + \left(\Gamma \frac{\omega}{\omega_0}\right)^2} \right) - \frac{\sigma(\infty)\tau_{\sigma}}{\varepsilon_0(1 + (\omega\tau_{\sigma})^2)} + \frac{\sigma(0)\sin\left(s \frac{\pi}{2}\right)}{\varepsilon_0\omega^{1-s}} + \frac{10^B \operatorname{tg}\left(s_2 \frac{\pi}{2}\right)}{\varepsilon_0\omega^{1-s_2}}$$

Поскольку параметры второй группы из экспериментальных массивов данных, получаются с высокой погрешностью, возникает необходимость в их уточнении. В рамках данной работы использовался особый метод аппроксимации, учитывающий дополнительный параметр – «эффективный точностный вес» каждого измерения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Малышева, Н.Е. Моделирование диэлектрического отклика пьезоэлектрической керамики / Н.Е. Малышева, Е.В. Дьякова, О.В. Малышкина // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов. — 2023. — Вып. 15. — С. 481-494. DOI: 10.26456/pcascnn/2023.15.481.

УДК: 661.185.42

Егорова Анна Дмитриевна

Получение производных синтанола АЛМ-7 на основе ангидридов карбоновых кислот

Научный руководитель: С.А. Темникова

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра органической химии

Синтанол АЛМ-7 является синтетическим поверхностно-активным веществом (ПАВ), которое широко используется в различных отраслях промышленности, включая производство моющих средств, косметики, текстиля и нефтедобычи. Производные синтанола АЛМ-7 обладают улучшенными свойствами по сравнению с исходным веществом. Они имеют более высокую растворимость в воде, что делает их более удобными в использовании, а также обладают повышенной биоразлагаемостью, что делает их более экологичными.

В данной работе осуществлен синтез производных синтанола АЛМ-7 на основе фталевого, малеинового и янтарного ангидридов. Взаимодействие синтанола АЛМ-7 с различными ангидридами приводит к образованию комплекса между этими двумя соединениями. Комплекс образуется за счет взаимодействия между гидроксильной группой синтанола АЛМ-7 и карбонильной группой используемого ангидрида. Реакции ацилирования с фталевым и малеиновым ангидридами были проведены в мольном соотношении синтанол к ангидриду, как 1:1, с янтарным ангидридом в соотношениях 1:1 и 2:1. Все синтезы проводились без катализатора, время каждого составило 12 часов, температура нагрева подбиралась согласно температуре плавления ангидрида.

Полученные вещества были идентифицированы с помощью метода ИК-спектроскопии. ИК-спектры полученных веществ, в отличие от исходного соединения, содержат интенсивную полосу поглощения карбонильной группы в диапазоне 1735-1725 см⁻¹. Для синтезированных комплексов проведен анализ растворимости веществ в органических растворителях, а также исследованы физико-химические свойства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ломинога Е.А., Бурмистров К.С., Гевод В.С. Синтез и свойства продукта ацилирования Синтанола АЛМ-10 фталевым ангидридом. *Вопр. химии и хим. технологии.* 2014. Т. 3. С. 52-55.

УДК 53.098

Егорова Карина Автандиловна

Воздействие знакопеременного магнитного поля на оптическое пропускание монокристаллов германия и кремния

Научный руководитель: А.И. Иванова

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра прикладной физики

Монокристаллы германия Ge и кремния Si применяются для изготовления активных элементов оптических элементов ИК и ТГц диапазонов. Актуальным и практически значимым является исследование влияния силовых полей, в частности, магнитного поля на оптические свойства этих кристаллических материалов [1]. Целью настоящей работы является исследование оптических свойств монокристаллов германия и кремния, подвергнутых действию знакопеременного поля с максимальной магнитной индукцией 1,85 Тл. Одно из важных условий получения высокого оптического качества деталей – подготовка поверхности образцов с определенными параметрами шероховатости. Образцы монокристаллов Ge и Si толщиной 0,5 см обрабатывались по оптической технологии. Аттестация поверхности проводилась методом оптической профилометрии, на ИК Фурье-спектрометре были определены значения коэффициента пропускания T для Ge и Si (см. Таблицу). Проведенные эксперименты позволяют сделать вывод об изменениях параметров поверхности и коэффициента оптического пропускания как для монокристалла германия, так и для кремния.

Таблица.

Значения коэффициента оптического пропускания T.

Ge $\lambda = 10,6$ мкм	Исходный	24 часа после МП	72 часа после МП	6 суток	25 суток
T, %	49,4	51,1	50,8	47,8	49,0
Si $\lambda = 5$ мкм	Исходный	24 часа после МП	72 часа после МП	6 суток	20 суток
T, %	56,2	57,0	56,7	55,0	55,8

*Работа выполнена в рамках государственного задания по научной деятельности
№ 0817-2023-0006 с использованием ресурсов ЦКП ТвГУ*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. А.И. Иванова, К.А. Мариничева, С.А. Третьяков и др. Температурная зависимость оптического пропускания монокристаллов германия//Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов. — 2021. — Вып. 13. — С. 177-186.

УДК 547.821.3

Егорова Ульяна Витальевна

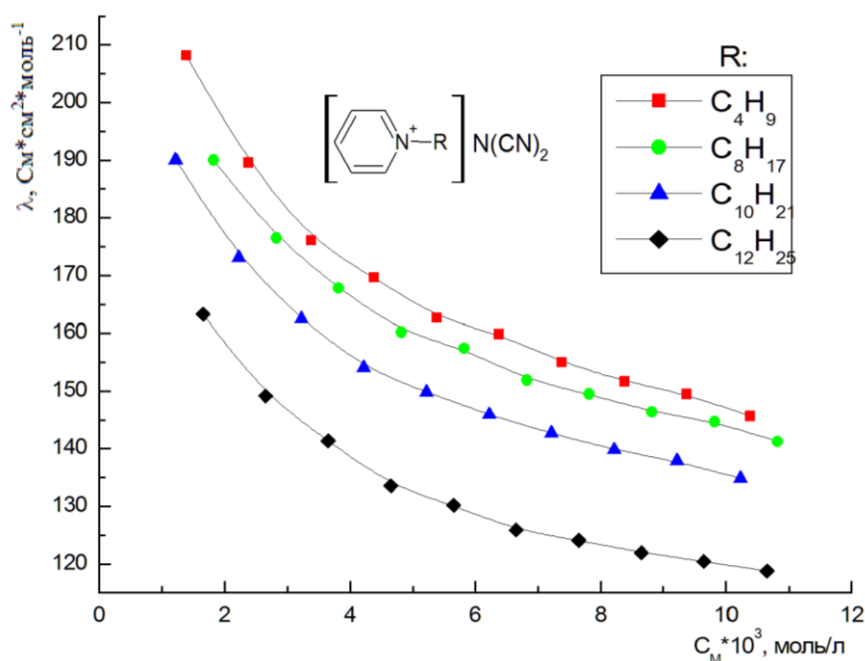
Электропроводность растворов дицианамидов N-алкилпиридиния с различной длиной алкильной цепи в ацетонитриле

Научный руководитель: О.Е. Журавлёв

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра органической химии

В современных исследованиях в области электрохимии все большее внимание уделяется использованию пиридиниевых ионных жидкостей (ИЖ). Они всё чаще находят применение в качестве электролитов нового поколения, в аккумуляторных батареях, солнечных панелях и др.

Цель данного исследования заключалась в создании и изучении электропроводности N-алкилпиридиниевых ионных жидкостей с дицианамид-анионом. Синтезированные соединения представляют собой вязкие жидкости светло-желтого цвета, которые хорошо растворяются в воде и полярных органических растворителях. Структура всех синтезированных соединений была подтверждена данными ИК-спектроскопии. Проведено кондуктометрическое исследование разбавленных растворов ионных жидкостей в ацетонитриле. Зависимости эквивалентной электропроводности (ЭП) от концентрации представлены на рисунке 1.



Установлено, что зависимость ЭП растворов ИЖ в ацетонитриле от концентрации схожа с таковой для водных растворов сильных электролитов. Показано, что увеличение длины алкильного заместителя в катионе приводит к снижению эквивалентной ЭП растворов, изученных ИЖ в растворе ацетонитрила.

УДК 544.478

Емельянова София Денисовна

Исследование каталитической системы для процесса гидроочистки нефти и биомассы

Научный руководитель: А.А. Степачёва

Тверской государственный технический университет, г. Тверь
Кафедра Биотехнологии, химии и стандартизации

Истощение запасов полезных ископаемых и непрерывно растущий спрос на топливо заставляют ученых разрабатывать новые способы получения возобновляемого топлива. В последние десятилетия большое внимание уделяется синтезу биотоплива путем деоксигенирования. Однако высокое потребление водорода, а также довольно суровые условия проведения реакции, требуют разработки новых подходов. Одним из таких способов является использование сверхкритических растворителей.

В настоящее время большое внимание уделяется катализаторам с магнитными свойствами. Эти свойства сводят к минимуму потери катализатора и позволяют полностью извлекать катализатор из реакционной смеси. Магниторазделяемые катализаторы успешно применяются для получения биотоплива. Для процесса совместной гидроочистки нефти и биомассы был разработан рутенево-железный катализатор, обладающий магнитными свойствами.

Катализатор Ru-Fe₃O₄-SiO₂ готовили в соответствии со следующей процедурой. Смесь, состоящую из 2 г Fe(NO₃)₃, 10 мл этанола, и 2,5 г силикагеля, перемешивали в течение 8-12 часов до испарения этанола, а затем сушили при температуре 70 °С в течение 12 часов. Полученный порошок смачивали 25 каплями этиленгликоля и затем нагревали в кварцевой трубке в атмосфере водорода при температуре 250 °С в течение 5 ч.

0,099 г Ru(acac)₃ растворяли в 2,5 мл ТГФ и смешивали с 0,5 г Fe₃O₄-SiO₂, приготовленным на предыдущей стадии. Смесь перемешивали в течение 12 часов до полного испарения ТГФ, а затем полученный образец высушивали и смачивали 25 каплями этиленгликолем. Затем образец, содержащий Ru, нагревали в кварцевой трубке под водородом до 300°С и выдерживали в течение 3 часов.

Испытание катализатора проводили с помощью совместной конверсии осуществляли в мультиреакторной системе PARR – 5000. В реактор вносили точно взвешенное количество катализатора (масса – 0,1000 г), 1,000 г смеси, состоящей из анизолы и тиофена (2:1 по массе), 30 мл растворителя. В реакторе устанавливали рабочее давление азота – 10 атм и температуру – 270 °С.

УДК: 541.49:615.33

Ершов Никита Алексеевич

Изучение процесса гелеобразования в цистеин-серебряном растворе под действием каррагинана

Научные руководители: П.М. Пахомов, С.Д. Хижняк

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра физической химии

Каррагинан (КГ) является природным полианионом, в составе которого содержится сульфогруппа. КГ обладает иммуномоделирующими, противовирусными, антибактериальными, антикоагуляционными и антиоксидантными свойствами, что позволяет его применять в биомедицине [1].

Целью данной работы является исследование процессов гелеобразования в водном растворе L-цистеина (L-Cys) и нитрата серебра под действием КГ.

Приготовлена серия водных растворов на основе одинарных (ЦСР и КГ), двойных систем (КГ/ЦСР, CuSO_4 /ЦСР) и тройных систем (ЦСР/КГ/ CuSO_4). Молекулярная масса КГ составляет ~300 кДа. Количество КГ составляет 0,02 мл на 1,00 мл ЦСР, при этом концентрация КГ составляла 0,01%. Методами исследования служили вибрационная вискозиметрия, УФ-спектроскопия и динамическое светорассеивание (ДСР).

Изучение вязкости полученных систем показало, что система ЦСР/КГ/ CuSO_4 является более стабильной и имеет более высокие значения вязкости, относительно других систем. В УФ-спектрах всех растворов и гелей обнаружены две полосы поглощения с максимумами ~316 и ~390 нм, ответственные за комплексы с переносом заряда в супрамолекулярных цепочках ЦСР [2]. По результатам ДСР было установлено, что ЦСР и КГ характеризуется мономодальным распределением частиц с размер агрегатов ~50,7 нм и ~295 нм соответственно. При введении в ЦСР КГ распределение частиц становится бимодальным с их размером 58,8 нм и 531 нм. Причем сначала размер частиц уменьшается, но затем увеличивается, предположительно вследствие образования водородной связи между группами NH_3^+ в молекуле ЦСР и SO_4^{2-} в КГ, что приводит к образованию гель-сетки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Mirzaei1 A. Biomedical and Environmental Applications of Carrageenan-Based Hydrogels: A Review / A. Mirzaei1, M. Esmkhani1, M. Zallaghi1, Z. Nezafat1, S. Javanshir1 // Journal of Polymers and the Environment – 2022. №5(3), С. 734-745

УДК 544.032.1

Жиганова Александра Олеговна

Молекулярно-динамическое моделирование изомеров металлических наночастиц

Научный руководитель: С.А. Васильев

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра прикладной физики

В данной работе осуществлено молекулярно-динамическое моделирование изомеров металлических наночастиц. Под изомерами в данном случае понимаются наночастицы, имеющие одинаковое число атомов, но разное взаимоположение этих атомов. Проведенное моделирование с использованием программы LAMMPS показало, что при нагреве некоторые изомеры переходят в икосаэдрические, а некоторые сохраняют свою форму вплоть до плавления. На рис. 1. Представлено превращение кубооктаэдрической наночастицы золота в икосаэдрическую.

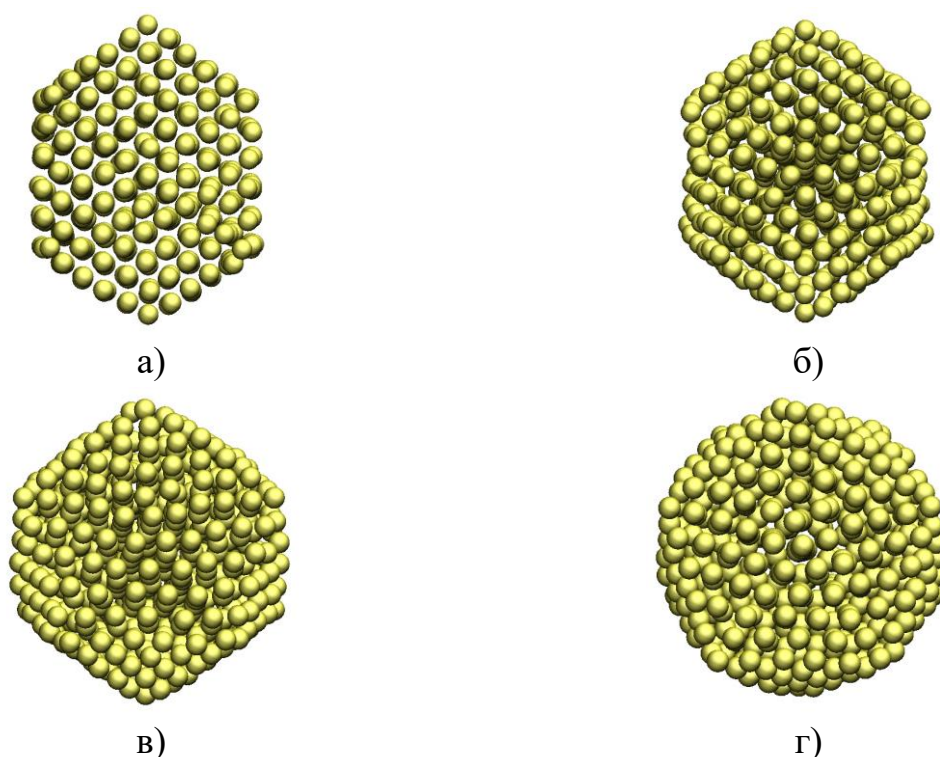


Рис. 1. МД конфигурации наночастиц Au, содержащие 561 атом: а) через 140 пс после начала нагрева, температура 440 К; б) через 150 пс после начала нагрева, температура 450 К; в) через 160 пс после начала нагрева, температура 460 К; г) та же МД конфигурация, что и на рисунке в, но под другим углом, имеет икосаэдрическую форму.

УДК: 537.226

Зварич Мария Сергеевна

Процессы переключения и диэлектрические свойства монокристаллов ниобата бария стронция, легированных ионами тулия и гольмия

Научный руководитель: И.Л. Кислова

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра физики конденсированного состояния вещества

В данной работе исследовано влияние примесей тулия и гольмия на процессы переключения и диэлектрические свойства в монокристалле ниобата бария стронция. Образцы состава $Sr_{0,61}Ba_{0,39}Nb_2O_6$ (SBN61) выращены по модифицированной методике Степанова [1].

Установлено, что поляризация образцов постоянным полем приводит к уменьшению величины диэлектрической проницаемости практически в 2 раза в беспримесных образцах и в образцах с примесью тулия. В кристаллах SBN61 с примесью гольмия диэлектрическая проницаемость значительно увеличивается после их поляризации [2]. В образцах с примесью гольмия, а также в образцах с малой концентрацией тулия величина коэрцитивного поля значительно увеличивается, а величина переключаемой поляризации уменьшается по сравнению с беспримесными образцами SBN и образцами с высокой концентрацией гольмия (см. Таблицу).

Таблица.

Значения диэлектрических и полярных характеристик поляризованных кристаллов SBN61 с различным содержанием примесей тулия и гольмия (T_{max} – температура максимума диэлектрической проницаемости, $\epsilon(T_{max})$ – диэлектрическая проницаемость в максимуме, Θ – ширина области Кюри, E – коэрцитивное поле, P – переключаемая поляризация).

SBN-61	чистый	0,5 % Tm_2O_3	1% Tm_2O_3	2 % Tm_2O_3	0,5 % Ho_2O_3 + 1 % Tm_2O_3	0,5 % Ho_2O_3
$T_{max}, ^\circ C$	85	77	75	68	90	110
$\epsilon(T_{max})$	14000	6600	9000	8500	4500	2250
$\Theta, ^\circ C$	13	18	24	30	50	27
$E, кВ/см$	0,7	2,6	0,8	0,6	0,9	1,9
$P, мкКл/см^2$	50	7	37	36	20	12

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- Ivleva L.I. Physicochemical and technological peculiarities of multicomponent oxide crystal growth from melt by modified Stepanov technique // Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics. 2009. V. 73. I. 10. P. 1338–1340.
- Kislova I.L., Sergeeva O.N., Shcheglova A.I. et al. Influence of thulium impurity on dielectric and pyroelectric properties of single crystals of Barium Strontium Niobate // Physics of the Solid State. 2023. V. 65. No. 3. P. 430-433.

УДК: 541.49:615.33

Зеников Герман Романович

Влияние катиона на процесс гелеобразования в L-цистеин – AgNO₃ – хитозан - SO₄²⁻ водных растворах

Научный руководитель: С.Д. Хижняк

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра физической химии

Супрамолекулярные гидрогели на основе низкомолекулярных веществ, гелеобразование в которых происходит за счёт процессов самосборки, представляют огромный научный интерес. Использование биосовместимых веществ для синтеза таких систем потенциально может привести к созданию новых лекарственных форм, например, для заживления ран. Гелеобразование в цистеин-серебряном растворе (ЦСР), который синтезируется из биосовместимой аминокислоты L-цистеин и нитрата серебра, обладающего антибактериальной активностью, происходит под действием инициаторов – электролитов, содержащих SO₄²⁻, SO₃²⁻, Cl⁻, WO₄²⁻, MoO₄²⁻ анионы. Кроме аниона, инициирующего процесс гелеобразования, в ЦСР вводится некоторое количество катиона, роль которого на характеристики гидрогелей исследована ранее [1]. В данной работе изучается влияние катионов натрия и меди на структурно-механические свойства гидрогелей на основе ЦСР и хитозана (ХЗ) – биодеградируемого полисахарида, обладающего мукоадгезивными свойствами, антибактериальной и антиоксидантной активностью [2]. С помощью методов вибрационной вискозиметрии, Фурье-ИК и УФ-спектроскопии, сканирующей электронной микроскопии, энергодисперсионного анализа показано, что процессы структурирования ЦСР-ХЗ систем под воздействием растворов Na₂SO₄ и CuSO₄ различаются. Предположительно это связано с особенностями координации Na(I) и Cu(II) с COO⁻ группами супрамолекулярных кластерных цепочек ЦСР, не исключается так же и координация Cu(II) с молекулами хитозана [3].

Работа выполнена на оборудовании лабораторий спектроскопии и электронной микроскопии ЦКП ТвГУ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Андрианова Я. В., Вишневецкий Д. В., Хижняк С. Д., Пахомов П. М. Исследование процессов гелеобразования в цистеин-серебряном растворе при добавлении сульфатов металлов // Вестник ТвГУ, Серия: Химия. 2023. Т. 3. № 53. С. 21-29.
2. Г.Р. Зеников, С.Д. Хижняк, П.М. Пахомов. Супрамолекулярные гидрогели на основе аминокислоты L-цистеин, нитрата серебра и хитозана. Вестник Тверского Государственного Университета, серия “Химия” №4 (46), 2021, с. 131-141.
3. Brunel F., El Gueddari N. E., Moerschbacher B.M. Complexation of copper (II) with chitosan nanogels: Toward control of microbial growth // Carbohydrate Polymers. 2013. V. 92. № 2. P. 1348–1356.

УДК 681.586.5

Зимин Руслан Владимирович

Устройство измерения угловых величин на основе макроизгиба оптического волокна

Научный руководитель: В.В. Макаров

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра общей физики

Необходимость повышения качества в промышленности требует разработки новых технических решений для контроля оборудования. Целью настоящей работы является создание устройства на основе макроизгиба оптического волокна (ОВ), которое можно применить для регистрации угловых величин. На рис. 1 изображена общая схема устройства для проведения измерений, которая включает в себя источник излучения (лазер), измеритель мощности излучения (фотодиод), которые находятся внутри разработанного измерительного устройства, и датчик угла поворота. Лазер подключен к фотодиоду при помощи оптоволоконна. Датчик позволяет формировать изгибы радиусом 3,7 мм. Устройство функционирует следующим образом. Оптическое излучение от лазера, мощность излучения 1 мВт, направлено в волокно. Длина волны излучения может принимать следующие значения: 1100, 1310, 1490, 1550 и 1625 нм. Для данных видов волн оптическое волокно прозрачно. К концу ОВ подключается датчик, внутри которого также находится оптоволоконно. На выходе датчика излучение снова попадает в ОВ, соединенное с измеритель мощности оптического излучения. Общая длина ОВ для проведения измерений составляет 3 м, чтобы затуханием оптического излучения в этом волокне можно было пренебречь при отсутствии макроизгиба.

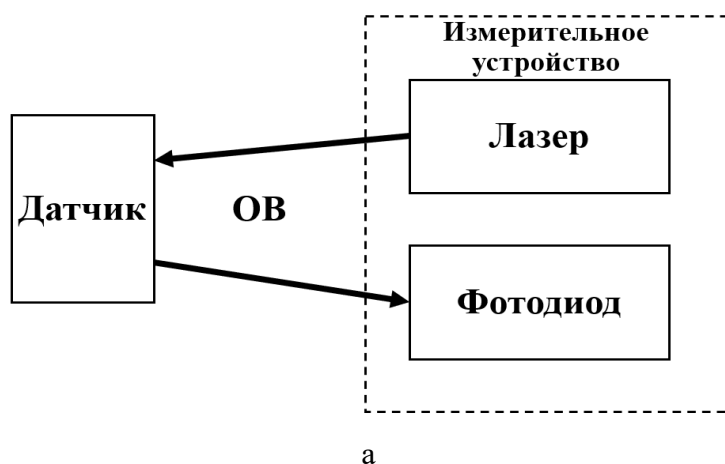


Рис. 1. Устройство измерения угловых величин: а – общая схема, б – процесс регистрации данных.

УДК 004.356; 004.925.83

Зиновьев Николай Алексеевич

Определение оптимальных условий послойного наплавления филамента для деталей с низкой изотропностью механических свойств

Научный руководитель: Е.И. Лагусева

Тверской государственный технический университет, г. Тверь
Кафедра химии и технологии полимеров

Аддитивное производство (3D-печать) – процесс создания трехмерных объектов на основе их цифровых моделей. Концепция 3D-печати основана на построении объекта последовательно наносимыми слоями, отображающими контурами модели.

Экструзионная 3D-печать – процесс печати методом послойного наплавления подразумевает создание слоев за счет экструзии быстро застывающего материала в виде микрокапель или тонких струй. Производственный цикл начинается с обработки трехмерной цифровой модели. Далее пластиковая нить подается в экструдер. Экструдер нагревает материал до температуры плавления с последующим выдавливанием расплавленной массы через сопло. Сам экструдер приводится в движение пошаговыми двигателями. Экструдер перемещается в горизонтальной и вертикальной плоскостях под контролем алгоритмов. Сопло перемещается по траектории, заданной системой автоматизированного проектирования (САПР). Модель строится слой за слоем, снизу-вверх.

Материалы для трехмерной печати – термопластичные полимеры. Широко используемые – полилактид (PLA); АБС-пластик.

Работы выполнены с пластиком ABS фирмы FD Plast. Определен оптимальный режим переработки филамента. В эксперименте было проведено пять тестов, получено пять 3D-моделей, наглядно демонстрирующих зависимость качества печати от изменения технологических параметров процесса.

В результате эксперимента определена оптимальная температура первого слоя – составляет 240 °С, при этой температуре первый слой хорошо прилипает к столу, что обеспечивает правильное наслаивание последующих слоев. Температура печати остальных слоев в 235 °С обеспечивает надежное сплавление и сохранение формы. Высота слоя 0,2 мм и коэффициент подачи 0,85-0,87 позволяют получить ровную текстуру на всей поверхности детали. В качестве адгезива был применён раствор ABS пластика в ацетоне для повышения адгезии первого слоя.

Данная работа выполнена на оборудовании кафедры химии и технологии полимеров ТвГТУ

УДК: 621.382.3

Змановский Руслан Андреевич, Корцов Дмитрий Александрович

Экстракция параметров компактной модели варикапа на базе экспериментальных данных

Научный руководитель: М.Н. Петров

ФГБОУ ВО «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»,
г. Великий Новгород

Кафедра физики твердого тела и микроэлектроники

В статье представлена методика формирования компактной модели варикапа на базе экспериментальных данных, полученных измерением вольтамперной и вольт-фарадной характеристик с использованием системы компьютерной математики MATLAB. Модель содержит пять основных параметров, включая три параметра, характеризующие нелинейную емкость C_d (барьерная емкость при нулевом смещении C_{J0} , контактная разность потенциалов V_J и степень нелинейности выпрямляющего перехода M) и два паразитных сопротивления R_S и R_L , соответственно. В качестве математического аппарата использован аппарат теории оптимизации наряду с методами интерполяции и аппроксимации. На рисунке 1 показано, что представленная модель адекватно описывает экспериментальные данные, что позволяет использовать ее на этапе проектирования различных фрагментов аналоговых микросхем.

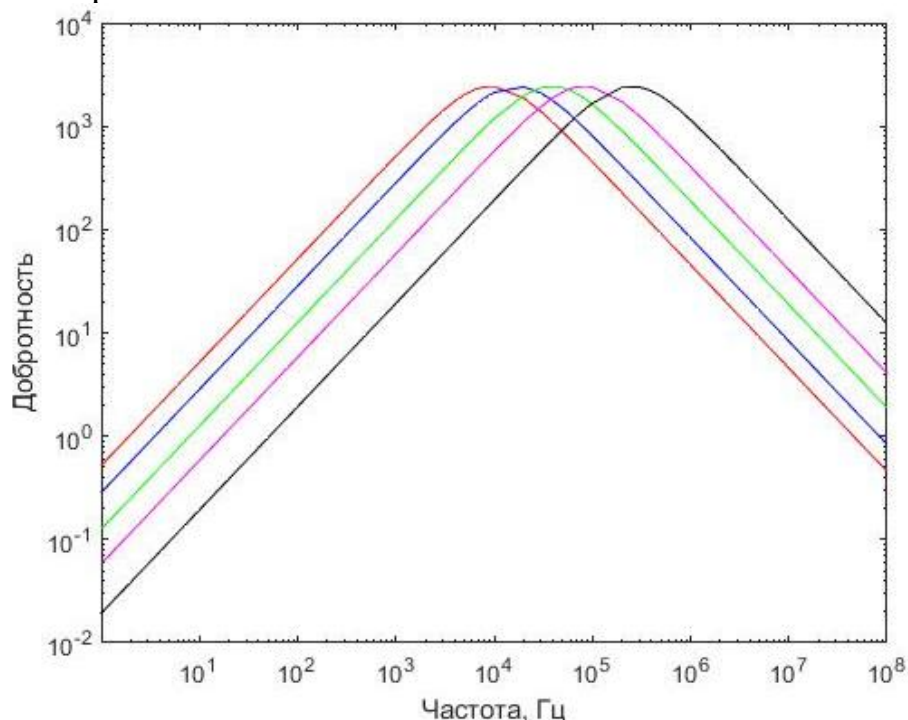


Рис. 1. АЧХ варикапа при различном обратном смещении

УДК 536.42:536.912

Зорин Данила Романович

Особенности поведения компонентов при формировании локальной структуры в бинарных наночастицах Ti-V

Научный руководитель: Н.Ю. Сдобняков

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра общей физики

В настоящее время проблема прогнозирования стабильной пространственной структуры бинарных металлических наночастиц (НЧ) является актуальной задачей и связана с проблемой получения кристаллических фаз в процессе их охлаждения. Согласно [1] бинарные НЧ Ti-V в некоторых случаях проявляют нестабильность, а при определенных условиях охлаждения могут быть даже подвержены распаду. Такое поведение может быть обусловлено особенностью пространственного разделения компонентов. В качестве объектов моделирования были выбраны бинарные НЧ Ti-V эквивалентного состава ($N=5000$) с изначально равномерным распределением компонентов по объему. Компьютерный эксперимент проводился методом молекулярной динамики (температурный интервал охлаждения 1100-300 К, скорость 0,2 К/пс) с использованием потенциала сильной связи [2]. Данные рис. 1 позволяют сравнить закономерности сегрегационного поведения атомов в бинарной НЧ Ti-V (титан сегрегирует к поверхности НЧ, образуя поверхностный монослой). Видно, что кристаллические фазы неравномерно распределены по объему НЧ.

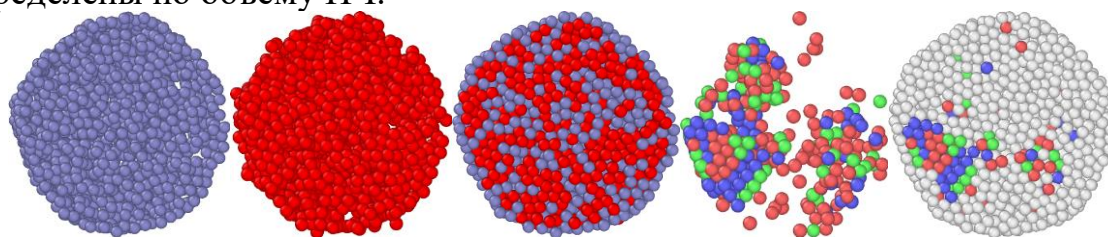


Рис. 1. Конечные конфигурации бинарных НЧ эквивалентного состава Ti-V в сечении плоскостью. Слева цветовое обозначение типов атомов: серые – титан, красные – ванадий (конфигурации, отвечающие одному типу атомов, развернуты на 20 градусов). Справа цветовое обозначение атомов соответствует соотнесённым им упорядоченным фазам: зеленые – ГЦК, красные – ГПУ, синие – ОЦК, желтые – ИК ядра, белые – нераспознанные (справа – конфигурации только с распознанными атомами).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Савина К.Г., Григорьев Р.Е., Веселов А.Д. и др. // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов. 2023. Вып. 15. С. 543-553.
2. Cleri F., Rosato V. // Physical Review B. 1993. V. 48. I. 1. P. 22-33.

УДК: 544.169

Иванова Александра Андреевна

Интегральные электронные характеристики групп этилендиаминтетраацетата магния

Научный руководитель: Н.П. Русакова

Тверской государственной университет, г. Тверь
Кафедра физической химии

Оптимизация геометрии в комплексе этилендиаминтетраацетата магния (Рис) проведена с помощью программы Gaussian с использованием метода V3LYP на базисе 6-31G с включением в набор поляризационных и диффузных функций на легкие и тяжелые атомы. В рамках «квантовой теории атомов в молекулах» получены интегральные электронные характеристики для атомов (заряды, объемы, энергии), которые суммированы в соответствующие параметры групп и сведены в таблицу.

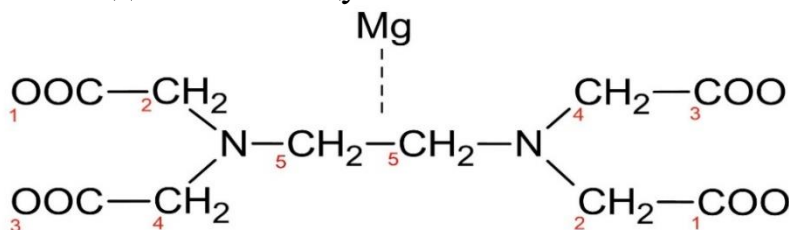


Рис. Структура комплекса этилендиаминтетраацетата магния

Пространственная структура оптимизированного комплекса является симметричной: через атом шестикоординационного магния проходит ось симметрии второго порядка, что позволяет описать соединение точечной группой C_{2v} . Наличие симметрии в геометрии молекулы сопровождается симметричным распределением электронной плотности и полученных величин зарядов групп ($q(R)$), энергий ($E(R)$) и объемов ($V(R)$) (Таблица). Кроме того, метильные группы, валентно связанные с атомами азота ($2CH_2$, $4CH_2$, $5CH_2$) обладают сходными $q(R)$, $E(R)$ и $V(R)$.

Таблица:

Заряд групп $q(R)$, энергия $E(R)$ и объем $V(R)$ этилендиаминтетраацетата магния*

1COO	2CH ₂	N	3COO	4CH ₂	5CH ₂	Mg
$q(R)$, в а.е.						
-0,865	0,299	-1,039	-0,879	0,305	0,306	1,743
$E(R)$, в а.е.						
-188,631	-39,164	-55,226	-188,649	-39,181	-39,153	-200,145
$V(R)$, в а.е.						
308,70	151,02	61,28	308,75	149,10	151,32	36,69

*в первой строке показана нумерация групп, согласно Рис., группы с идентичными параметрами обозначены одним номером

УДК 544-971

Ильинова Ксения Олеговна

**Калориметрическое исследование энтальпии межфазного взаимодействия
эпоксидной смолы с наночастицами металлов**

Научный руководитель: А.П. Сафронов

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург
Кафедра физической и неорганической химии

Эпоксидные смолы (ЭС) широко используются в различных отраслях промышленности. Функциональные свойства композитов во многом зависят от взаимодействия полимерной матрицы ЭС с твердой поверхностью частиц. Целью данной работы являлось калориметрическое исследование энтальпии межфазного взаимодействия в композитах эпоксидной смолы и наночастиц металлов.

Исследовали композиты на основе промышленной диановой смолы ЭД-20. В качестве наполнителя использовали сферические наночастицы (НЧ) железа с удельной поверхностью $9.0 \text{ м}^2/\text{г}$ и диаметром 97 нм, и НЧ алюминия с удельной поверхностью $18.1 \text{ м}^2/\text{г}$ и диаметром 109 нм, полученные методом электровзрыва проволоки в Институте электрофизики УрО РАН.

На микрокалориметре типа Тиана–Кальве марки ДАК-1-1 проводили измерение энтальпии растворения в толуоле заранее подготовленных композитов с разным процентным соотношением ЭС и НЧ металла. Навески НЧ массой от 0.01 до 0.1 г помещали в тонкостенные стеклянные ампулы, после чего в них заливали предварительно приготовленный 70% раствор ЭД-20 в толуоле. Суспензию в ампуле гомогенизировали ультразвуком, после чего толуол испаряли при $120 \text{ }^\circ\text{C}$ до постоянной массы, и получали композиты с содержанием НЧ от 10 до 90%.

Было обнаружено, что ЭД-20 растворяется в толуоле с относительно большим эндотермическим эффектом, а смачивания толуолом наночастиц металлов сопровождается экзотермическим эффектом. Значения энтальпии растворения всех композитов, оказались положительными и больше, чем аддитивная сумма энтальпий взаимодействия смолы и нанопорошка с толуолом. С использованием термохимического цикла Гесса на основании этих данных были рассчитаны значения энтальпии межфазного взаимодействия НЧ металла с ЭД-20 во всем диапазоне составов композитов. Эти величины были отрицательными, что указывает на энергетический выигрыш при адгезии ЭД-20 на поверхности частиц.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФ 20-12-00031

УДК: 547

Кадомцев Алексей Алексеевич, Кадомцева Алёна Викторовна

Анализ химического состава удобрений и его влияние на растения

Научный руководитель: Т.Е. Осипова

ЧОУ РО «НЕРПЦ(МП)» «Православная гимназия Александра Невского»
Приволжский исследовательский медицинский университет, г. Нижний Новгород
Кафедра общей химии

Актуальность данной работы обусловлена тем, что в настоящее время использование удобрений стало неотъемлемой частью нашей жизни. Мы применяем их, не задумываясь о том, правильно ли мы это делаем. Сегодня мы всё чаще слышим и употребляем слово удобрения и что их применение является одним из приемов интенсивного земледелия. В современном мире производство минеральных удобрений является одной из важнейших отраслей химической промышленности.

За январь-октябрь 2023 года было выпущено 21,3 млн тонн минеральных удобрений, что на 8,6% больше, чем за аналогичный период 2022 года. Совокупный экспорт минеральных удобрений из России за 9 месяцев 2023 года вырос на 9,4%, до 25,3 млн тонн относительно аналогичного периода прошлого года. Рост произошел преимущественно за счет увеличения поставок карбамида (на 8,6%) и калийных удобрений (на 9,7%). По итогам 9 месяцев 2023 года крупнейшим импортером российских удобрений остается Бразилия (24% всех поставок минеральных удобрений из РФ). На второе место вышла Индия (14%). Поставки в Европу составляют 13%, в США – 12%, в Китай – 9%.

Определение важнейших минеральных удобрений по качественным реакциям. Принцип определения основывается на целом комплексе свойств удобрений: цвет, влажность, строение, растворимость в воде, реакция со щелочью, реакция с хлористым барием, реакция с азотнокислым серебром, с щавелевокислым аммонием, с кислотой. Реакция со щелочью – необходима для установления наличия аммиака в удобрении:



Реакция с хлористым барием – характерная реакция на сульфат-ион:



Реакция с азотнокислым серебром:



Реакция с кислотой обнаруживает в удобрении карбонат-ион:



В ходе проведения эксперимента, установлено, что состав каждого образца удобрения соответствовал заявленному.

УДК: 544.144

Каракеян Игорь Владимирович

Изомерия металлических нанокластеров и особенности их плавления

Научный руководитель: В.М. Самсонов

Тверской государственной университет, г. Тверь
Кафедра общей физики

Обосновывается, что термин «изомерия», используемый в химии применительно к молекулам, более адекватен для металлических нанокластеров, содержащих одинаковое число атомов, чем термин «полиморфные модификации». Икосаэдрические (ИК, I_h) и декаэдрические (ДК, D_h) наночастицы Au наблюдали ещё в 60-х гг. С тех пор изомеры были отмечены применительно к различным наноматериалам, и интерес к ним стимулировался, прежде всего, в связи с возможностью их применения в катализе. Моделирование плавления металлических наночастиц было выполнено в NVT ансамбле с помощью известной открытой программы LAMMPS с использованием алгоритма скоростей Верле и термостата Нозе-Гувера. Межатомные взаимодействия в металлических наночастицах были воспроизведены с помощью метода погружённого атома. Температуры перехода кубооктаэдр (КО) \rightarrow икосаэдр (ИК) и температуры плавления наночастиц представлены в Таблице.

Таблица:

Температура перехода КО \rightarrow ИК (T_{Ih}) и температура плавления (T_m) для магических КО-нанокластеров, содержащих 561 атом.

Металл	T_{Ih} , К	T_m , К
Ag	–	880
Au	400	860
Cu	350	1060
Ni	795	1420
Pd	430	1210
Pt	10	1205

УДК: 547.821.3

Кафтанов Арсений Дмитриевич

Термическая стабильность железосодержащих ионных жидкостей

Научный руководитель: О.Е. Журавлев

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра органической химии

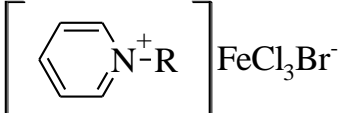
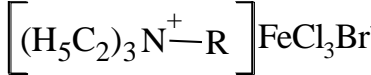
От термической стабильности зависит диапазон температур, в котором могут использоваться ионные жидкости (ИЖ).

Целью работы являлось получение железосодержащих ионных жидкостей на основе четвертичных солей аммония и пиридиния и изучение их термической стабильности на воздухе.

Строение всех полученных ИЖ подтверждено данными ИК-спектроскопии и спектроскопии в видимой области. Изучена термическая стабильность на воздухе, в температурном интервале 25-500 °С. Установлено, что бромтрихлорфerrаты пиридиния обладают большей термической стабильностью на воздухе по сравнению с бромтрихлорфerrатами аммония. Показано, что среди исследованных ИЖ трихлорбромфerrаты N-бутилпиридиния и триэтилбутиламмония обладают наибольшей термической стабильностью.

Таблица 1.

Данные термического анализа на воздухе.

R	T _{разл} , °C ^a	T ₅₀ , °C ^b	Потеря массы, %					Остаток, %
			100 °C	200 °C	300 °C	400 °C	500 °C	
								
C ₄ H ₉	357	442	3.14	3.12	2.73	27.81	62.01	20.63
C ₈ H ₁₇	326	407	0.13	1.61	3.21	46.7	68.33	17.28
C ₁₀ H ₂₁	324	407	1.93	2.61	3.97	47.05	67.16	16.77
C ₁₂ H ₂₅	328	405	1.82	3.93	9.88	47.96	67.33	16.97
C ₁₆ H ₃₃	332	399	1.35	3.17	6.34	50.44	71.92	17.57
								
C ₄ H ₉	354	433	2.36	1.93	2.22	34.07	62.6	20
C ₈ H ₁₇	307	425	2.38	3.61	8.37	40.19	61.23	27.21
C ₁₀ H ₂₁	315	398	8.32	11.37	14.40	51.11	72.42	16.86
C ₁₂ H ₂₅	311	401	3.97	6.08	11.45	49.37	71.43	15.15

^a T_{разл} – температура начала термического разложения.

^b T₅₀ – температура, соответствующая 50 %-ной потере массы.

УДК 62-529

Керышев Артем Владимирович

Программно-аппаратный комплекс управления прессом в установке «Петромеханикс»

Научный руководитель: Е.В. Барабанова

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра прикладной физики

В представленной работе проводится исследование, направленное на разработку и внедрение усовершенствований в работу пресса (см. рис. 1) с целью автоматизации и увеличения скорости его функционирования. Предложенные изменения и инновационные подходы позволяют значительно повысить производительность оборудования, что имеет существенное значение для оптимизации производственных процессов [1, 2]. Полученные в результате исследования данные и рекомендации не ограничиваются только сферой применения в улучшении работы пресса, но также оказывают потенциальное влияние на другие типы оборудования в промышленности, предоставляя перспективы для современных технологических апгрейдов и оптимизации рабочих процессов на производственных предприятиях.



Рис. 1. Программно-аппаратный комплекс управления прессом

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники: в 3-х томах: Т.1. Пер. с англ. 4-е изд. перераб. и доп. М.: Мир, 1993. 413 с.
2. Штерн М.И. Силовая электроника. Расчеты и схемотехника. СПб.: Наука и Техника, 2017. 400 с.

УДК: 664.6/.7

Киреев Егор Сергеевич

Влияние дополнительного морковного сырья различной технологической обработки на качество готовых макаронных изделий

Научный руководитель: М.Н. Брославская

Тверской Государственный Университет, Тверь
Кафедра биохимии и биотехнологии

В соответствии с ныне действующим ГОСТом Р 52000-2010 «Изделия макаронные. Термины и определения», макаронные изделия – это пищевой продукт, изготавливаемый из пшеничной муки и воды смешиванием, различными способами формования и высушивания. При этом допускается изготовление макаронных изделий из других зерновых и не зерновых культур и продуктов их переработки с использованием или без использования дополнительного сырья [1].

В данной работе была поставлена цель изучить как ведет себя дополнительное сырье различной технологической обработки в макаронных изделиях на примере моркови в готовых образцах присутствующих на рынке.

Для проведения оценки качества были изготовлены 5 образцов: контрольный без добавления моркови, образцы с добавлением 3% на сухое вещество и 5%. Данные представлены в таблице №1 Физико-химический анализ проводился в соответствии ГОСТа 31743 – 2017 пункт 5.2.3. таблице №1 по следующим показателям для определения таких показателей как массовая доля золы на а.с.в, содержание белка, кислотность. Данные представлены в таблице №1 [2].

Таблица 1.

Физико-химические показатели качества образцов

Наименование показателя	Без добавок	3% сока	3% сушеной	5% сушеной	5% сока
Общая кислотность град.	2,0	2,3	2,5	3,2	2,7
Зола в пересчете на а.с.в %	2,21	2,25	2,43	2,54	2,42
Содержание белка %	13,4	13,3	13,3	13,4	13,4

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. ГОСТ Р 52000-2010 Изделия макаронные. Термины и определения: дата введения 2011-07-01. – Москва: Стандартинформ, 2018. – 7 с.
2. ГОСТ 31743-2017 Изделия макаронные. Общие технические условия: дата введения 2019-01-01. – Москва: Стандартинформ, 2023. – 9 с.

УДК: 621.792

Клейменова Ольга Викторовна, Чигасов Михаил Юрьевич

Влияние внутренних напряжений на адгезию полиуретановых клеев

Научный руководитель: Ю.Т. Панов

«Владимирский государственный университет имени
Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», г. Владимир
Институт архитектуры, строительства и энергетики
Кафедра химических технологий

Внутренние напряжения, являются одной из основных причин адгезионной прочности между склеиваемыми материалами. Нарастание внутренних напряжений сопровождается снижением адгезионной прочности. Основными причинами возникновения внутренних напряжений является усадка (разбухание) клея, разница в температурных коэффициентах клея и субстрата, режимы формирования адгезионного слоя, режимы эксплуатации и хранения изделий. Усадка (разбухание) возникает при образовании химических связей в процессе формирования адгезионного слоя, соединяющего склеиваемые материалы с выделением побочных продуктов при полимеризации клея. Чем выше скорость полимеризации, тем выше внутреннее напряжение. Так же влияние на наличие внутренних напряжений оказывает состав композиции клея. Одним из эффективных способов снижения внутренних напряжений является введение в состав композиции пластификаторов. Пластификаторы должны хорошо совмещаться с композицией клея, образуя с ней истинный раствор, не расслаиваясь. Пластификатор обеспечивает внутриапачечную пластификацию композиции, воздействуя на молекулярную структуру.

Целью данного исследования является изучение возможности снижения внутренних напряжений полиуретановых клеев, за счет применения различного типа пластификаторов и определения их оптимального содержания.

Для снижения внутреннего напряжения адгезионного слоя между субстратами, были взяты несколько экспериментальных клеевых композиций с разным процентным содержанием пластифицирующей добавки. В ходе исследования, были проведены испытания на адгезионную прочность методом сдвига, изменения внутренних напряжений при введении пластификаторов и исследованы физико-механические свойства. По результатам проведенных испытаний следует, что при введении 10-15%.

УДК: 543.066

Козликова Елена Евгеньевна

Определение йода модифицированным способом

Руководитель: В.М. Никольский

Тверской государственный университет
Кафедра неорганической и аналитической химии

Цель работы: контроль содержания йода в воде, почве, растениях, пище, фармацевтических препаратах инновационным способом.

Актуальность: проблема йододефицитных заболеваний на земле из проблемы врачебной превратилась в проблему общегосударственную.

В условиях постоянной йодной недостаточности нарушается нормальная выработка гормонов щитовидной железой. Недостаток йода в организме вызывает нарушения обмена веществ, способствует развитию зоба. В последние годы заболевание щитовидной железы стало самой распространенной эндокринной патологией и составляет 79,4% от всех эндокринологических заболеваний.

Контроль содержания йода в объектах окружающей среды обычно осуществляется способом прямого титрования раствора аналита нитратом серебра в присутствии эозината натрия, как индикатора (способ Фаянса). Анализ основан на индикации розового окрашивания присутствующих в растворе мицелл $[AgI-] \cdot Ag^+$ с адсорбированными ионами индикатора.

По этому способу необходимо строго соблюдать pH раствора (уксуснокислая среда), а посторонние ионы снижают чувствительность адсорбционного индикатора.

Известен способ обратного титрования (способ Фольгарда) с использованием двух титрованных растворов, а именно, нитрата серебра и тиоцианата аммония в присутствии железоаммонийных квасцов в качестве индикатора. Недостатками второго способа являются необходимость приготовления и расхода двух титрованных растворов, причем дорогостоящий титрант (нитрат серебра) используется в избытке, т. е. непроизводительно.

Нами, во изменение способа Кольтгофа, запатентован способ прямого титрования йода нитратом серебра в присутствии любых других галогенидов. Титрование аналита осуществляется в присутствии йодкрахмального индикатора (с электрохимической генерацией молекулярного йода) в кислой среде [1].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Способ определения йода: пат. 2788747 Рос. Федерация. №2022111673 / Козликова Е.Е., Толкачева Л.Н., Никольский В.М., Доботолова Г.Г.; заявл. 28.04.2022; опублик. 24.01.2023, Бюл. №3. 5 с.

УДК 541.64

Колобков Владимир Владимирович

Синтез ненасыщенных полиэфирных смол

Научный руководитель: Е.И. Лагусева

Тверской государственной технической университет, г. Тверь
Кафедра химии и технологии полимеров

Эксплуатационные характеристики изделий из стеклопластика зависят от синтетической смолы, которая связывает стекловолокна между собой и фиксирует их, придавая изделию требуемую форму.

В зависимости от компонентов, входящих в состав смолы и их соотношения, будут меняться свойства самого продукта.

Промышленность производит различные марки ненасыщенных полиэфирных смол, в том числе, ортофталевою полиэфирную смолу, которая наиболее часто используемая и сравнительно недорогая.

В данном исследовании в качестве ацилируемых мономеров использовали моно-, ди-, триэтиленгликоли, пропиленгликоль и неопентилгликоль, ацилирующих – фталевый и малеиновый ангидриды.

Осуществлен синтез ненасыщенных полиэфирных смол в лабораторных условиях, в ходе которого для каждой из пяти рецептур определено изменение кислотного числа от времени процесса, произведено отверждение синтезированных ненасыщенных полиэфирных смол и исследована их химическая стойкость в агрессивной среде (ацетоне).

Анализ экспериментальных данных показал, что кислотное число – ключевой показатель в синтезе ненасыщенных полиэфирных смол. Вышеуказанное суждение можно подтвердить результатами исследования химической стойкости отвержденных образцов ненасыщенной полиэфирной смолы, в результате, которого выявлено, что смола на основе этиленгликоля, показала наибольшую стойкость к воздействию агрессивных сред (ацетону), по сравнению с образцами, сформованными из рецептур на основе диэтиленгликоля, триэтиленгликоля, 1,2-пропиленгликоля, неопентилгликоля. Данный аспект обусловлен двумя факторами: низким значение кислотного числа синтезированной олигомерной основы полиэфирной смолы; влиянием строения компонентов, входящих в состав ненасыщенного полиэфира [1].

Данная работа выполнена на кафедре «Химия и технология полимеров» ТвГТУ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ширялин И.М., Бондарь А.А., Колобков В.В., Лагусева Е.И.// Хим. термодинамика и кинетика: сборник научных трудов XIII Международной научной конференции / Тверской гос. ун-т; Новгородский гос. ун-т им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород: НовГУ им. Ярослава Мудрого, 2023. С. 368-369.

УДК:544.478.13

Королёв Александр Игоревич

Гидрирование глюкозы на рутенийсодержащих биметаллических катализаторах

Научный руководитель: М.Е. Григорьев

Тверской государственный технический университет, г. Тверь
Кафедра биотехнологии, химии и стандартизации

Сорбит, получаемый в основном каталитическим гидрированием глюкозы, находит широкое применение в пищевой и химико-фармацевтической промышленности. Его используют для получения смол, в косметике; он является исходным субстратом в производстве витамина С. На сегодняшний день гидрирование глюкозы проводят с использованием никелевых и рутениевых катализаторов, при этом рутениевые катализаторы более активные, чем никелевые, и практически не подвержены выщелачиванию активного металла. При этом рутений – дорогой металл, поэтому повышать активность рутениевого катализатора за счет увеличения массового содержания рутения экономически не выгодно. Для этого используют либо различные подложки, либо металлы-промотеры.

В настоящей работе процесс гидрирования глюкозы проводили с использованием рутенийсодержащих катализаторов. Катализаторы получали на основе свёрнутого полистирола марки MN 100 (свёрнутый полистирол, содержащий аминогруппы), металлами – промотерами служили Zn, Cu, Ni, Co, Bi, Fe. Все катализаторы были восстановлены в токе водорода. Теоретическое содержание рутения в катализаторах 3%, металлов-промотеров – 0,1%. В ходе исследования были получены данные по конверсии глюкозы и селективности по сорбиту (0,4 г катализатора, начальная концентрация глюкозы 0,4 моль/л, 120 °С, давление водорода 30 атм, время насыщения водной суспензии катализатора водородом 30 мин.).

Таблица:
Значения конверсии глюкозы и селективности по сорбиту при использовании рутениевых катализаторов

Катализатор	Время реакции, мин	Конверсия, %	Селективность по сорбиту, %
Ru/MN 100 – Zn	120	87,3	99,9
Ru/MN 100 – Cu	120	50,2	99,9
Ru/MN 100 – Co	120	97,7	99,9
Ru/MN 100 – Ni	120	83,1	99,9
Ru/MN 100 – Bi	120	31,5	99,9
Ru/MN 100	120	87,8	99,9

УДК: 620.3

Корпакова Татьяна Николаевна, Кадомцева Алёна Викторовна

Наноразмерные системы на основе германия для опто- и наноэлектроники

Приволжский исследовательский медицинский университет, г. Нижний Новгород
Кафедра общей химии

Целью исследования является разработка эффективного метода получения наночастиц германия, пригодных в субмикро- и нанофизики, а также для создания новых функциональных фотонных материалов, для элементов солнечных батарей.

Предлагаемый подход имеет потенциальную технологическую реализацию и может позволить существенно уменьшить толщину полупроводниковых солнечных элементов при сохранении требуемых свойств, что снизит их стоимость.

В настоящее время германий находит широкое применение в микро- и наноэлектронике, фотовольтаике, а также в современной полупроводниковой промышленности. Мировое потребление германия увеличивается с каждым годом, стоимость германия находится на достаточно высоком уровне, порядка 2000 \$/кг. Таким образом, остро стоит вопрос о снижении себестоимости германия, а также увеличение промышленной и экологической безопасности его производства.

В настоящее время существует несколько технологий получения германия, однако, все методы получения германия имеют ряд существенных недостатков.

В ходе работы разработан каталитический метод восстановления тетрахлорида германия водородом, позволяющий снизить температуру процесса с 973К до 423К и сократить количество стадий получения германия, а также процесс получения катализатора.

Установлены кинетические характеристики восстановления тетрахлорида германия водородом в отсутствие катализатора ($E_a=48.5\text{кДж}\cdot\text{моль}^{-1}$, $n=0$).

В ходе исследования определена скорость каталитического восстановления тетрахлорида германия водородом, найдены эффективная энергия активации в зависимости от природы катализатора. Установлено, что катализатор имеет кажущуюся энергию активации на 43 кДж·моль⁻¹ меньше в сравнении с некаталитическим способом проведения реакции. Предложена схема каталитического восстановления тетрахлорида германия водородом на поверхности катализатора.

УДК 538.955

Косолапов Никита Александрович

Анализ микромагнитной структуры композиционного материала $10\%Nd_2Fe_{14}B/90\%Sm(Co_{0,6}Cu_{0,4})_{6,0}$

Научные руководители: Ю.Г. Пастушенков, О.Б. Дегтева

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра физики конденсированного состояния

Методами растровой электронной, оптической и магнитно-силовой микроскопии (МСМ), проведен анализ микромагнитной структуры (ДС) гетерогенной композиции $10\%Nd_2Fe_{14}B/90\%Sm(Co_{0,6}Cu_{0,4})_{6,0}$, выполнен количественный анализ химического состава фаз и их констант магнитной анизотропии (МА). Полученные результаты сопоставлены с константами МА исходных образцов, использованных для синтеза рассматриваемого композиционного материала. На рис. приведено МСМ-изображение микромагнитной структуры одного из участков композиционного материала $10\%Nd_2Fe_{14}B/90\%Sm(Co_{0,6}Cu_{0,4})_{6,0}$ и профиль этого участка, полученный вдоль показанной на рисунке линии в режиме сканирования *Phase*.

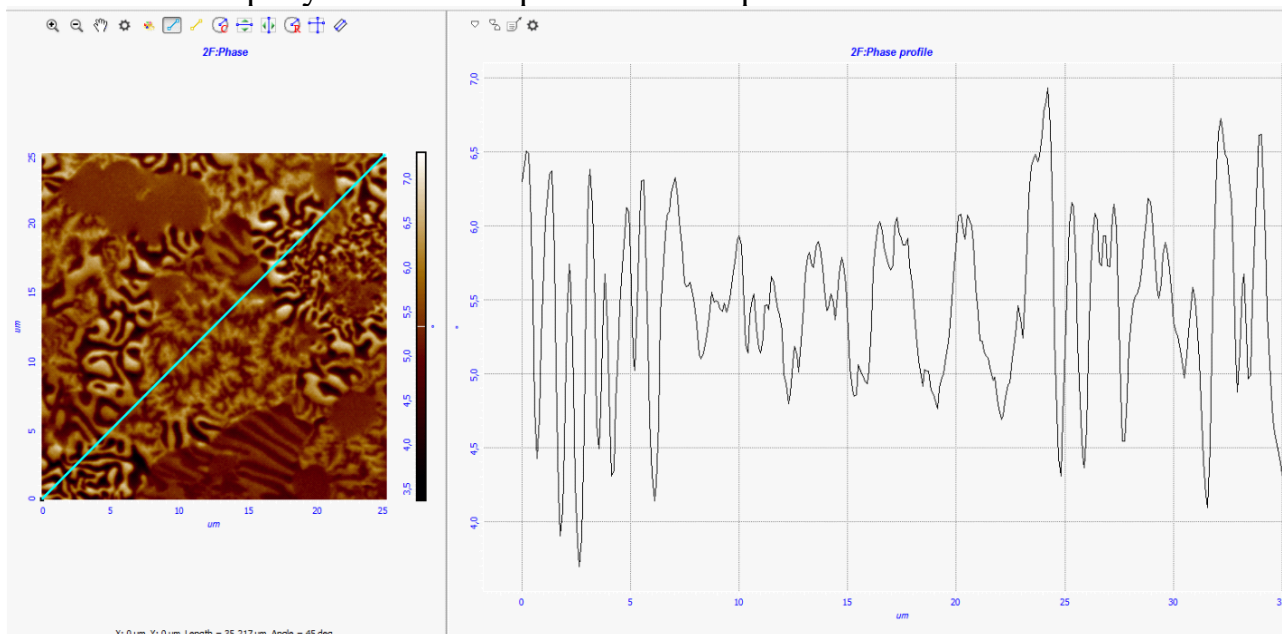


Рис. МСМ-изображение ДС на базисной плоскости композиционного образца и профиль в режиме сканирования *Phase*, соответствующий выделенной линии

Анализ профиля иллюстрирует разницу в величине полей рассеяния над ДС. В области зерен с большей намагниченностью наблюдается профиль с высокой амплитудой, предположительно, соответствующий фазам на основе соединения $Nd_2Fe_{14}B$, а над зернами, где преобладает фаза $Sm(Co_{0,6}Cu_{0,4})_{6,0}$, регистрируется профиль с амплитудой в 4 раза меньше. На основании полученных в работе результатов обсуждается возможность количественной оценки констант магнитной анизотропии отдельных фаз, составляющих сложные многофазные композиционные системы.

УДК 631.17:633.12

Косячкова Вера Ивановна

Механизированная технология возделывания гречихи

Научный руководитель: А.С. Васильев

Тверская государственная сельскохозяйственная академия, г. Тверь
Кафедра агробиотехнологий, перерабатывающих производств и семеноводства

Гречиха обыкновенная (*Fagopyrum esculentum* Moench. (*F. sagittatum* Gilib.) является ценнейшей крупяной культурой Российской Федерации. По предварительным данным Росстата за 2023 г. посевные площади гречихи в России составляли порядка 1,3 млн га, причем 65% из них располагалось в Сибирском ФО. В ЦФО размещалось около 145 тыс. га гречихи, регионами-лидерами здесь являлись Орловская, Тульская, Курская, Смоленская и Воронежская области. В Тверской области, также входящей в состав ЦФО, было расположено порядка 200 га. Примечательно, что гречиха в целом является традиционной культурой для Верхневолжья, но в последние десятилетия практически полностью была вытеснена менее требовательными к условиям выращивания растениями. Вместе с тем, появление новых сортов и технологических решений требует своевременной адаптации технологий возделывания.

Структурно-функциональная схема технологического процесса возделывания гречихи включает пять системообразующих модулей: 1) основная обработка почвы; 2) подготовка семенного материала; 3) подготовка почвы предпосевная и посев; 4) уход за растениями; 5) уборка урожая. В свою очередь каждый модуль насыщается определенными операциями с пакетом технологических интенсифицирующих параметров, включающих агротехнические требования и средства механизации для эффективной реализации технологического процесса.

В рамках совершенствования технологии возделывания гречихи нами на базе Тверской ГСХА в 2022-2023 гг. был выполнен многофакторный полевой опыт, включающий следующие факторы: А – норма высева, млн шт. всх. сем./га: А₁ – 3, А₂ – 4; В – минеральное питание: В₁ – без удобрений, В₂ – на 1,0 т семян/га, В₃ – на 2,0 т семян/га; С – фолиарная обработка: С₁ – Без обработки, С₂ – Органит Н, С₃ – Биокомплекс-БТУ Азот, С₄ – Азотовит; С₅ – Биокомплекс-БТУ универсальный. В процессе выращивания применялись современные машины и технологические подходы с элементами сортовой агротехники, что позволило достичь при нормальной обеспеченности посевов гречихи теплом и влагой уровня урожайности более 80% от планируемого. В дальнейшей работе будет выработан корректирующий комплекс механизированных элементов технологии возделывания гречихи с целью нивелирования ограничивающих факторов.

УДК: 547.821.3

Кофейникова Алина Михайловна

Влияние структуры солей морфолина на коллоидно-химические свойства водных растворов

Научный руководитель: Л.И. Ворончихина

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра органической химии

Известно, что четвертичные соли морфолина, широко применяют, как бактерициды, ингибиторы коррозии, фармацевтические препараты. Соли с длинноцепочечными радикалами являются поверхностно-активными веществами (ПАВ), а также перспективными ионными жидкостями.

В настоящей работе были получены N-алкилморфолины с различной длиной и структурой алкилрадикала и с последующим синтезом на их основе четвертичных солей N-алкилморфолина длинноцепочечными радикалами, которые являются катионными ПАВ. Исходные N-алкилморфолины получены путем алкилирования морфолина с алкилгалогенидом в соотношении реагентов 2:1, выход составил 50-60%. На его основе реакцией нуклеофильного замещения получены четвертичные соли морфолина при кипячении в абсолютном ацетоне в течение 8–10 часов. Выходы составили 40–70%. Чистота продуктов была подтверждена данными тонкослойной хроматографии, строение данными ИК-спектроскопии, наличие галогенидов – пробой Бейльштейна. Продукты после перекристаллизации представляют собой белые кристаллические вещества. Сняты изотермы поверхностного натяжения водных растворов синтезированных соединений, рассчитаны ККМ и проведено сравнение данных с величинами σ и ККМ солей с различной структурой алкилгалогенида. С изменением структуры алкилгалогенида на более сложную происходит уменьшение поверхностного натяжения и увеличение ККМ полученных четвертичных солей. В дальнейшем будет проведено исследование четвертичных солей N-алкилгалогенида, где алкилгалогенид – длинноцепочечный радикал и дальнейшее сравнение с уже полученными ранее данными.

УДК 541.49:581.1

Кочерова Влада Аркадьевна

Эффективность применения комплексонов микроэлементов в технологии возделывания картофеля

Научные руководители: О.В. Шилова, И.Г. Тумасьева

Тверская государственная сельскохозяйственная академия, г. Тверь
Кафедра агрохимии, земледелия и лесопользования

Большое количество биологически активных средств, которые способствуют улучшению питательного режима почв, увеличивают урожайность возделываемых культур, одновременно изменяя биохимический состав растениеводческой продукции, включают комплексоны. Например, ЭДДЯК – этилендиаминдиантарная кислота, ИДЯК – иминодиантарная кислота и комплексоны на их основе, включающие металлы или неметаллы. Несмотря на целесообразность применения указанных соединений, данных научных исследований, отражающих особенности влияния ЭДДЯК и ее хелатированных комплексов на почву и растения, недостаточно для практических рекомендаций сельхозпроизводителям. Поэтому для вероятного решения обозначенной проблемы было изучено влияние биологически активных комплексонов микроэлементов на урожайность картофеля сорта Гала и биохимический состав клубней.

В схему полевого опыта были включены варианты с внекорневой подкормкой растений картофеля селенсодержащими или молибденсодержащими растворами комплексонов в сравнении с минеральными аналогами (селенитом натрия – Na_2SeO_3 или молибдатом аммония – $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$). Полученные результаты свидетельствуют, что наиболее эффективными микроудобрениями оказались комплексоны (особенно селена). Наибольшая урожайность клубней картофеля (223 ц/га и 218 ц/га), а также прибавка к контролю (15 ц/га и 10 ц/га) получены на вариантах с обработкой растений комплексонами селена или молибдена. Наименьшие значения установлены при использовании селенита натрия (217 ц/га и 9 ц/га) и молибдата аммония (213 ц/га и 5 ц/га). Самое большое количество крахмала получено в клубнях, выращенных на варианте с Se--ЭДДЯК (13,5%) и Mo--ЭДДЯК (13,0%), что на 0,9% выше по сравнению с использованием селенита натрия и на 0,6% по отношению к молибдату аммония соответственно. Наибольшим содержанием аскорбиновой кислоты отличались клубни варианта с хелатированным селеном – 12,5 мг/100 г сырого вещества или комплексоном молибдена – 12,0 мг/100 г сырого вещества. Это количество превышало содержание витамина С в клубнях варианта с селенитом натрия на 2,1 мг/100 г сырого вещества и на 1,9 мг/100 г сырого вещества с молибдатом аммония.

УДК 541.49:581.1

Кочерова Влада Аркадьевна

Изменение биохимического состава клубней картофеля при использовании боросодержащих соединений

Руководитель: О.В. Шилова, И.Г. Тумасьева

Тверская государственная сельскохозяйственная академия, г.Тверь

Кафедра агрохимии, земледелия и лесопользования

В современной сельскохозяйственной практике для обеспечения растений микроэлементами вместо минеральных солей, содержащихся в удобрениях, используют органические соединения в виде комплексонов и комплексонатов металлов или неметаллов. С учетом дефицита бора в дерново-подзолистых почвах Тверской области и многих регионов Российской Федерации, важно задействовать вероятные способы увеличения его содержания, поскольку при его недостатке снижается урожайность сельскохозяйственных культур и ухудшается качество растениеводческой продукции. Следовательно, существует необходимость увеличения указанного элемента и его соединений, как в почве, так и в получаемой сельскохозяйственной продукции. В связи с этим целью исследований стало изучение действия удобрений и боросодержащих соединений на урожайность и биохимический состав клубней картофеля.

Схема опыта включала варианты с опрыскиванием растений растворами: борной кислоты (H_3BO_3), комплексона ЭДДЯК (этилендиаминдиянтарной кислоты), комплексоната бора (В-ЭДДЯК) на разных фонах питания растений. На опыте выращивали картофель сорта Ласунок.

На неудобренном фоне опрыскивание растений раствором борной кислоты привело к увеличению урожайности картофеля на 20 ц/га или на 10,5%, а при обработке раствором хелатированного бора – на 30 ц/га или 15,8%. Следовательно, разница в прибавке урожая картофеля между вариантом с борной кислотой и боратным комплексом на неудобренном фоне составила 10 ц/га (или 5,3%). Наименьшая урожайность среди удобренных вариантов была на минеральном фоне (без опрыскивания боросодержащими растворами) – 235 ц/га (прибавка к контролю – 45 ц/га или 23,7%). Наибольшая урожайность клубней картофеля по сравнению с контролем получена на варианте с применением боратного комплекса (В-ЭДДЯК) на минеральном фоне (265 ц/га).

Комплексонат бора по сравнению с борной кислотой способствовал увеличению в клубнях картофеля крахмала (на 2,0%), бора (на 0,8 мг / кг сырого вещества), аскорбиновой кислоты (на 1,8 мг/100 г сырого вещества) и биофлавоноидов (в пересчете на рутин на 10 мг/100 г сырого вещества).

УДК 543:615.2.3

Кравец Ольга Богдановна

Физико-химические методы анализа комбинированных лекарственных средств

Научный руководитель: Н.В. Баранова

ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», г. Тверь
Кафедра неорганической и аналитической химии

Актуальным вопросом современной фармацевтической химии является контроль качества выпускаемых препаратов. Комбинированные лекарственные средства подлежат наиболее тщательной проверке, так как содержат два и более активных ингредиента в одной лекарственной форме. Поэтому изучение подлинности состава помогает контролировать их эффективность для человеческого организма.

В настоящей работе было проведено исследование подлинности заявленного в инструкции состава препаратов «Викаир» и поливитаминов "Витрум Вижн Плюс" и "Ундевит". Было определено содержание активных действующих веществ в комбинированных лекарственных препаратах различного типа и спектра действия.

Магний и висмут в препарате «Викаир» определяли титриметрическим методом. Раствор препарата в азотной кислоте титровали Трилоном Б в присутствии индикаторов ксиленолового оранжевого и эриохрома черного Т соответственно.

Аскорбиновую кислоту в присутствии никотиновой кислоты в витаминах определяли алкалометрическим титрованием. Витамин С титровали йодом в присутствии крахмала, как индикатора. Сумму кислот при совместном присутствии титровали гидроксидом натрия с фенолфталеином.

Таблица 1

Результаты титриметрического определения подлинности препаратов

Производитель	$m_{\text{теор}}, \text{Г}$	$m_{\text{пр}}, \text{Г}$
Викаир АО «Фармстандарт»	$Mg=0,0104$ $Bi=0,1739$	$Mg=0,0098$ $Bi=0,0999$
Аскорбиновая кислота АО «Фармстандарт»	0,250	0,264
Витрум Вижн Плюс ООО "Такеда Фармасьютикалс"	$C_6H_8O_6=0,060$	$C_6H_8O_6=0,053$
Ундевит ЗАО «Алтай Витамины»	$C_6H_8O_6=0,075$ $C_6H_5NO_2=0,028$	$C_6H_8O_6=0,082$ $C_6H_5NO_2=0,020$

Результаты анализа показали меньшее содержание висмута в препарате «Викаир» по сравнению с заявленным в инструкции производителем.

УДК: 678.049

Криворотова Е.А.

Гидрофильные свойства и растворимость агарозы

Научный руководитель: И.И. Осовская

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна,
г. Санкт-Петербург

Кафедра физической и коллоидной химии

В последнее время широко разворачиваются работы по использованию морских водорослей, значимость которых сегодня трудно переоценить. Морские полисахариды применяют как в биотехнологии пищевых продуктов, так и в микробиологии и биотехнологии лекарственных средств в качестве пролонгаторов и эмульгаторов. Полисахариды не только улучшают технологические характеристики продуктов, но и повышают их биологическую ценность [1].

В настоящей работе изучались гидрофильные свойства агарозы. Впервые определена сорбция паров воды при различных относительных давлениях насыщенного пара. Дана сравнительная характеристика гидрофильных свойств агарозы и агара, из которого ее получают. Дано обоснование полученных результатов. Определена растворимость агарозы в органических растворителях. Показана растворимость полисахарида в полярных растворителях N,N-диметилформамиде и диметилсульфоксиде при температуре 90°C. Щелочную обработку применяют в медицине для повышения гелеобразующих свойств. Кислотную обработку разбавленным раствором серной кислоты при высоких температурах проводят для выделения агарозы из агаросодержащих водорослей. В работе впервые была получена зависимость времени растворения в интервале $2 \leq \text{pH} \leq 10$. Изучена пленкообразующая способность полимера. Определена минимальная концентрация полимера и пластификатора для образования прозрачной, эластичной, гибкой пленки. Выяснена начальная температура гелеобразования агарозы - 35°C. Концентрация образования геля 0,3%, для агара она составляет 1%. Впервые получена зависимость степени набухания студней агарозы от времени. Для агарозы характерно неограниченное набухание. Установлена максимальная степень набухания [2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Подкорытова, А. В. Морские красные водоросли - неиссякаемый источник биологически активных веществ для медицины и фармацевтики / А. В. Подкорытова, Т. А. Игнатова // Труды ВНИРО. – 2022. – Т. 188. – С. 151-165. – DOI 10.36038/2307-3497-2022-188-151-165. – EDN MBORPC.
2. Криворотова, Е. А. Физико-химические свойства агарозы из красных морских водорослей / Е. А. Криворотова, И. И. Осовская // Научные исследования XXI века. – 2023. – № 3(23). – С. 28-31. – EDN AMZNLR.

УДК 543.421/.424

Крюков Тимофей Владимирович

Исследование твердого комплекса празеодима методом сканирующей электронной микроскопии

Научный руководитель: М.А. Феофанова

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра неорганической и аналитической химии

Координационные соединения находят широкое применение во многих отраслях человеческой деятельности. Координационные соединения катионов редкоземельных элементов используются в качестве маркеров при исследовании различных биохимических процессов. Важной задачей для исследователей является изучение физико-химических свойств подобных металлокомплексов, участвующих в биологических процессах. В последние годы стала актуальной проблема поиска принципиально новых лекарственных препаратов, которые представляют собой металлокомплексы антибиотиков различной химической природы.

Для проведения эксперимента использовали натриевые соли цефазолина (NaCzl) производства компании «Деко» г. Москва. Комплексы были получены в виде осадков в результате взаимодействия в нейтральном водном растворе хлорида неодима и натриевой соли цефазолина в мольном соотношении 1:3, затем были высушены на воздухе при комнатной температуре.

Результаты идентификации полученного комплекса цефазолина с неодимом, осуществленной методом сканирующей электронной микроскопии (за исключением не определяемых этим методом атомов водорода) представлены в таблице.

Таблица.

Результаты элементного анализа

C, %		N, %		O, %		S, %		Me, %	
теор.	эксп.	теор.	эксп.	теор.	эксп.	теор.	эксп.	теор.	эксп.
32,38	32,35	21,56	21,52	15,42	15,38	18,51	18,47	9,05	9,01
Вычисленная брутто-формула: $C_{42}PrN_{24}O_{15}S_9$									
Полученная брутто-формула: $C_{42}PrN_{24}O_{15}S_9$									

Полученные данные элементного анализа позволяют установить внутреннюю сферу элементарного комплекса, так как вода удаляется методом вакуумирования. По результатам электронно-зондовой микроскопии, установлено, что состав металлокомплекса отвечает мольному соотношению [металл]: [лиганд] равному 1:3.

Исследования образца были выполнены в научно-исследовательской лаборатории электронной микроскопии ЦКП ТвГУ

УДК 631.17:633.13

Кудласевич Иван Алексеевич

Механизированная технология возделывания овса

Научный руководитель: А.С. Васильев

Тверская государственная сельскохозяйственная академия, г. Тверь
Кафедра агробиотехнологий, перерабатывающих производств и семеноводства

Овес посевной является важной зернофуражной культурой для Верхневолжья, присутствие посевов которой является нормой для большинства сельхозтоваропроизводителей региона. Вместе с тем, уровень урожайности агрофитоценозов овса редко превышает 2,0 т/га, что, при потенциальном уровне продуктивности большинства современных сортов равном 6-7 т/га, является крайне низким показателем. Основной причиной здесь выступает интенсивность применяемых технологий, что требует их своевременной адаптации и совершенствования.

В рамках оптимизации технологий и их машинного обеспечения, были изучены особенности формирования продуктивности овса сорта Яков под влиянием трансформации систем обработки почвы и ухода за растениями с целью получения устойчиво стабильных урожаев зерна высокого качества. Исследования выполнялись на базе Тверской ГСХА в 2023 году и включали следующие факторы: А – машинно-технологический комплекс для предпосевной обработки: А₁ – культиватор КПС-4 с боронами БЗСС-1,0 (контроль), А₂ – культиватор предпосевной КПШ-8 с прутковыми катками, А₃ – агрегат комбинированный АКШ-3,6); В – послепосевная обработка катком: В₁ – без обработки; В₂ – с обработкой; С – обработка микроэлементным удобрением: С₁ – без удобрения, С₂ – обработка удобрением (Аквамикс) в фазу всходов, С₃ – обработка удобрением в фазу кущения.

В результате исследований установлено, что более предпочтительным при формировании эффективной механизированной технологии возделывания овса является использование в системе предпосевной подготовки почвы машин, снабженных катковыми рабочими органами (КПШ и АКШ), включение операции послепосевного прикатывания гладким водоналивным (для регуляции интенсивности воздействия) катком, а также проведение в системе ухода фоллиарной обработки агрофитоценозов в фазе кущения микроэлементным удобрением Аквамикс опрыскивателем типа ОПШ с нормой расхода на 1 га – препарата 1 кг и рабочей жидкости 300 л. Указанные технологические воздействия при нормальной климатообеспеченности вегетационного периода и среднем уровне почвенного плодородия позволяют получить устойчивую урожайность зерна на уровне 3,0 т/га, а при дальнейшей оптимизации систем удобрения и защиты до 4 и более т/га.

УДК 535.8+53.091

Кудрян Александр Вячеславович

Оптические и механические свойства кристаллов германия, легированных кремнием

Научный руководитель: А.И. Иванова

Тверской государственной университет, г.Тверь
Кафедра прикладной физики

Монокристаллический германий (Ge) благодаря своим физико-химическим свойствам нашел широкое применение в приборе и устройствах ИК-фотоники (фотоэлектрические преобразователи, фотоприемники), где его применение составляет до 25–30% от общего потребления этого материала. Известно, что для ИК-оптики используют кристаллы германия, полученные методом Чохральского, и легированные путем добавления в расплав сурьмы (Sb) или висмута (Bi) [1].

Целью настоящей работы является исследование оптического пропускания и микротвердости монокристаллов германия, легированных кремнием.

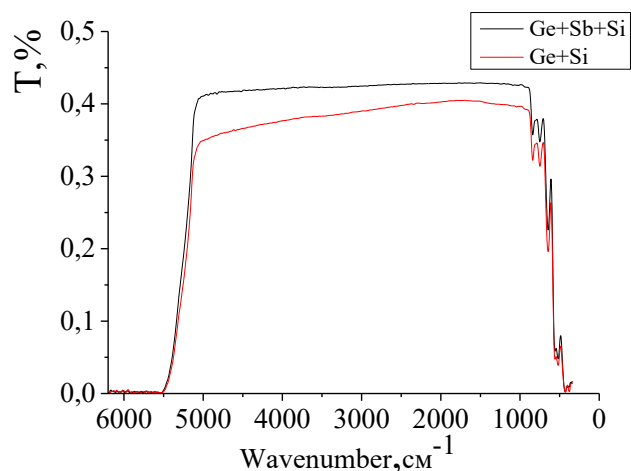


Рис.1. Спектры оптического пропускания монокристаллов

Как видно из рис.1 форма кривых оптического пропускания и значения коэффициента пропускания T заметно отличаются для кристаллов германия, легированных «оптической» примесью Sb и Si, и кристаллов Ge, легированных только Si. Измерения микротвердости (Hv) кристаллов германия методом Виккерса показали, что легирование примесью кремния приводит к увеличению значений Hv с 720 кгс/мм² до 1099 кгс/мм².

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Иванова А.И., Свешников П.А., Мариничева К.А. и др. Сравнительные исследования прочностных свойств монокристаллов германия и кремния // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов. 2022. №14. С.120-131.

УДК: 541.64

Кузнецова Екатерина Дмитриевна

**Термодинамика взаимодействия с водой сополимеров
диаллилдиметиламмоний хлорида с акриловой кислотой**

Научные руководители: А.П. Сафронов, Л.В. Адамова

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург
Кафедра органической химии и высокомолекулярных соединений

В настоящее время возрастает интерес к исследованию катионных полиэлектролитов из-за их значимости в различных областях, включая медицину, промышленность, сельское хозяйство и др. Одним из таких полиэлектролитов является полидиаллилдиметиламмоний хлорид (ПДАДМАХ). Сетчатые полимеры ПДАДМАХ образуют гели с очень высокой степенью набухания, для уменьшения которой можно использовать сополимеризацию. Целью данной работы являлось исследование влияния сополимеризации ДАДМАХ с акриловой кислотой (АК) на термодинамические параметры взаимодействия с водой.

Образцы сетчатых полимеров ПДАДМАХ, ПАК и их сополимеров разного состава получены радикальной полимеризацией в водном растворе при $T = 90\text{ }^{\circ}\text{C}$. Инициатором служил персульфат аммония (ПСА). В качестве сшивающего агента использовали метилendiакриламид (МДАА) в мольном соотношении к мономеру 1:100. Удаление воды из образцов проводили сушкой на воздухе при температуре $80\text{ }^{\circ}\text{C}$, а затем при остаточном давлении 10^3 Па , при $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Полноту удаления воды контролировали гравиметрически.

Объемным методом изучена равновесная изотермическая сорбция паров воды с использованием автоматического сорбтометра ASAP 2020. Рассчитаны разности химических потенциалов компонентов $\Delta\mu_1$, $\Delta\mu_2$ и средние удельные энергии Гиббса смешения полимеров с водой Δg^m . С помощью метода изотермической калориметрии Кальве измерены теплоты набухания в воде гелей ПДАДМАХ, ПАК и их сополимеров при различной начальной степени набухания. Рассчитан энтропийный вклад в энергию Гиббса $T\Delta s^m = \Delta h^m - \Delta g^m$.

Установлено, что степень набухания немонотонно зависит от соотношения компонентов в сополимере. Показано, что с уменьшением содержания ДАДМАХ в сополимерах изменяется вид изотерм сорбции с S-образной на вогнутую и уменьшается сорбционная способность по отношению к воде. Обнаружено изменение знака теплового эффекта набухания при изменении состава сополимера: при содержании ДАДМАХ менее 80% энтальпии набухания положительны, при дальнейшем увеличении его количества – отрицательны. Такой вид зависимости характерен для стеклообразных полимеров в термодинамически плохом растворителе.

УДК:544.478

Кузнецова Любовь Сергеевна

Гидрирование мальтозы на рутениевых катализаторах, полученных с использованием неорганических подложек

Научный руководитель: М.Е. Григорьев

Тверской государственный технический университет, г. Тверь
Кафедра биотехнологии, химии и стандартизации

Каталитическое гидрирование мальтозы является наиболее простым и распространенным методом получения мальтита, который широко используется в синтезе полимеров, в производстве косметических средств, в пищевой отрасли как заменитель сахара.

В настоящее время катализатором гидрирования моно- и дисахаридов, является никель Ренея. При этом процесс ведут, как правило, при высоких температурах и давлении водорода, что приводит к интенсификации побочных процессов и выщелачиванию активного металла – Ni, это отрицательно сказывается на селективности по мальтиту и необходимости тщательной очистки раствора мальтита от ионов никеля. Поэтому гидрирование лучше осуществлять с использованием высокоактивного металла, например, Ru. Его применение ставит вопрос о выборе подложки, которая участвует как в формировании каталитической фазы, так и в самом процессе.

В настоящей работе были протестированы рутенийсодержащие каталитические системы, синтезированных с использованием цеолитов, переведенных в H-форму, – Zeolite β , Zeolite Y, Zeolite mordenite, Zeolite ZSM-5, а также Al_2O_3 и SiO_2 . Катализаторы на Al_2O_3 и SiO_2 были предварительно восстановлены в токе водорода. В ходе исследования были получены данные по конверсии мальтозы и селективности по мальтиту (0,4 г катализатора, начальная концентрация мальтозы 0,4 моль/л, 140 °С, давление водорода 40 атм, время насыщения водной суспензии катализатора водородом 30 мин.).

Таблица.

Значения конверсии и селективности по мальтиту при использовании катализаторов, синтезированных с применением неорганических подложек

Катализатор	Время реакции, мин	Конверсия, %	Селективность по мальтиту, %
Ru/H-Zeolite β	60	95,0	97,4
Ru/H-Zeolite Y	60	98,4	99,2
Ru/H-Zeolite mordenite	60	78,8	99,0
Ru/H-Zeolite ZSM-5	60	78,3	98,4
Ru/ Al_2O_3	60	79,8	96,6
Ru/ SiO_2	60	88,3	93,2

УДК 543.421/.424

Кузьмина Ольга Евгеньевна

Спектрофотометрическое определение беталаинов в растительном материале

Научный руководитель: О.В. Шилова

Тверская государственная сельскохозяйственная академия, г. Тверь
Кафедра агрохимии, земледелия и лесопользования

Среди плодов, листьев и других частей растений, окрашенных в красные тона, можно найти такие, окраска которых обусловлена биосинтезом соединений из класса флавоноидов – антоцианов. При этом ряд объектов может иметь близкую окраску, обусловленную присутствием в тканях принципиально иных природных колорантов – бетацианинов [2]. Бетацианины – вещества с красной окраской, а вещества с желтой окраской – бетаксантины. Сумма этих пигментов в англоязычной литературе называется беталаинами. Беталаины – растительные пигменты, которые синтезируются в клетках и участвуют в инактивации активных форм кислорода и свободных радикалов; устраняют последствия окислительного стресса; проявляют эффективность в коррекции метаболических нарушений, снижают риск сердечно-сосудистых заболеваний и злокачественных образований [1]. Поэтому необходимо обеспечение организма продуктами питания, содержащими эти вещества.

К одним из важнейших овощных растений Тверского региона, богатых бетацианинами, относится красная столовая свекла (*Beta vulgaris L.*). Районировано множество сортов (гибридов) свеклы, однако информации о содержании в корнеплодах бетацианинов и бетаксантинов не достаточно в научной (учебной) литературе. В связи с этим целью проводимых исследований стало определение количества беталаинов в корнеплодах столовой свеклы разных сортов (Бордо; Мулатка; Красный шар; Цилиндра и Кестрел F1). Из пяти исследуемых сортов (гибридов) свеклы столовой наибольшее количество бетацианинов (в пересчете на бетанин) обнаружено в корнеплодах сорта «Красный шар» (187 мг/100 г), а наименьшее – в корнеплодах сорта «Бордо» (78 мг/100 г). Максимальное содержание бетаксантинов (в пересчете на вульгаксантин I) выявлено в корнеплодах сорта «Цилиндра» (52 мг/100 г), а минимальное – в корнеплодах сорта «Красный шар» (10 мг/100 г).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Колдаев В.М. Беталаины в практической медицине/ В.М. Колдаев, А.В. Кропотов А.В., О.Н. Ли. – Тихоокеанский государственный медицинский университет, Владивосток, Россия – ТМЖ, 2023. № 2. С. 20 – 24
2. Саенко И.И. Бетацианины корнеплодов красной столовой свеклы / И.И. Саенко, О.В. Тарасенко, В.И. Дейнека, Л.А. Дейнека / Научные ведомости. Серия Естественные науки. – 2012. - №3 9122. Выпуск 18. – С.194–199

УДК: 541.49:581.1

Кузьмина Ольга Евгеньевна

Эффективность применения боросодержащих соединений на разных сортах моркови

Научный руководитель: О.В. Шилова

Тверская государственная сельскохозяйственная академия, г. Тверь
Кафедра агрохимии, земледелия и лесопользования

Почвы Тверской области характеризуются низким содержанием необходимых растениям микроэлементов (в том числе бора). Дефицит бора негативно отражается на урожайности культивируемых растений. Бор поглощается растениями в форме борат-анионов, которые могут образовывать хелатные комплексы с некоторыми хелатантами. К числу таких лигандов относится этилендиаминдиантарная кислота (ЭДДЯК). Свойства и биологическая активность борат-этилендиаминдисукцинатного комплекса (В-ЭДДЯК) мало исследованы. Поэтому целью исследований было изучение действия комплексонатов бора в качестве микроудобрений на урожайность сортов моркови и биохимический состав корнеплодов.

Схема опыта включала варианты: контроль (без опрыскивания растений); варианты с обработкой растений растворами борной кислоты (H_3BO_3), комплексона (ЭДДЯК) и боратным комплексом (В-ЭДДЯК). ЭДДЯК (этилендиаминдиантарная кислота) и боратный комплекс (В-ЭДДЯК) были синтезированы на кафедре агрохимии и земледелия и лесопользования Тверской ГСХА к.х.н., доцентом Смирновой Т.И. На их основе были приготовлены растворы с концентрацией $1,5 \cdot 10^{-3}$ моль/л. На опыте возделывалась морковь Нантская 4 (скороспелый сорт) и Нандрин F1 (раннеспелый гибрид).

Внекорневая обработка растений растворами боросодержащих соединений способствовала увеличению урожайности корнеплодов моркови. Наибольшая урожайность корнеплодов моркови обоих сортов получена на варианте с комплексонатом бора и составила 480 ц/га для сорта Нантская 4 и 600 ц/га для сорта Нандрин. Наименьшая урожайность среди удобренных вариантов была на варианте с ЭДДЯК – 450 ц/га для сорта Нантская 4 и 550 ц/га для сорта Нандрин. Отметим, что продуктивность моркови на варианте с борной кислотой уступала варианту с хелатированным бором в среднем в зависимости от сорта на 8 – 10%.

Наибольшим содержанием аскорбиновой кислоты в корнеплодах (20,1 мг/100 г у сорта Нантская 4 и 21,4 мг/100 г у сорта Нандрин) отличались варианты с В-ЭДДЯК, а наименьшим – с применением раствора комплексона (18,4 мг/100 г и 20,3 мг/100 г корнеплодов). Наибольшее количество каротина (10,9 мг/100 г у сорта Нантская 4 и 11,6 мг/100 г у сорта Нандрин) выявлено в корнеплодах варианта с обработкой растений боратным комплексом.

УДК: 544.08 + 538.9

Кузьмин Николай Борисович

Применение фрактального анализа для исследования висмутсодержащих феррит-гранатовых плёнок

Научные руководители: Н.Ю. Сдобняков, А.Д. Зигерт

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра физической химии

Данная работа продолжает цикл исследований [1-3] по изучению взаимосвязи между полевыми зависимостями фрактальной размерности и первой производной намагниченности по полю $dM(H)/dH$ для висмутсодержащих феррит-гранатовых плёнок различной толщины и с различным стехиометрическим составом, выращенных на подложках из гадолиний-галлиевого граната, на основе анализа магнитооптических изображений (см. рис. 1). Установлено, что верхняя граница диапазона изменения $D_L(H)$ для бездефектных плёнок разной толщины практически не меняется (1,76-1,83), а нижняя граница меняется в широких пределах от нефрактального (значение 1,01) до умеренного (значение 1,32) профиля магнитооптических изображений.

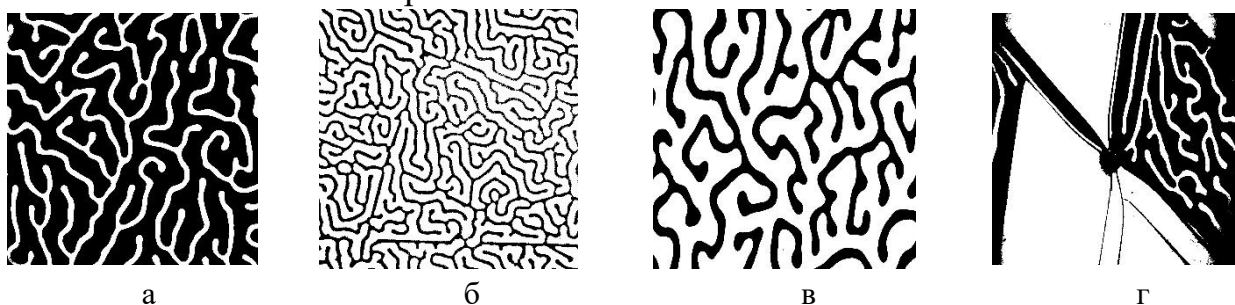


Рис. 1. Микрофотографии плёнок: а – $(GdBiLuSm)_3(FeGa)_5O_{12}$ 6 мкм, б – $(GdBiLu)_3(FeGa)_5O_{12}$ толщиной 25 мкм, в – $(GdBi)_3(FeGa)_5O_{12}$ 42 мкм на произвольном участке; г – $(GdBiLuSm)_3(FeGa)_5O_{12}$ на дефектном участке, в отсутствии внешнего магнитного поля. Размер микрофотографий 283x283 мкм.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Зигерт А.Д., Семенова Е.М., Кузьмин Н.Б., Сдобняков Н.Ю. Фрактальный анализ магнитооптических изображений поверхности магнита после воздействия импульсным полем // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов. 2022. Вып. 14. С. 101-107.
2. Зигерт А.Д., Кузьмин Н.Б., Сдобняков Н.Ю. и др. Фрактальный анализ магнитооптической визуализации перемагничивания постоянного магнита в импульсном поле // Известия РАН. Серия физическая. 2023. Т. 87. № 10. С. 1385-1388.
3. Зигерт А.Д., Дунаева Г.Г., Кузьмин Н.Б., Семенова Е.М., Сдобняков Н.Ю. Поведение фрактальной размерности доменных структур в феррит-гранатовых пленках // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов. 2023. Вып. 15. С. 98-107.

УДК: 544.08 + 538.9

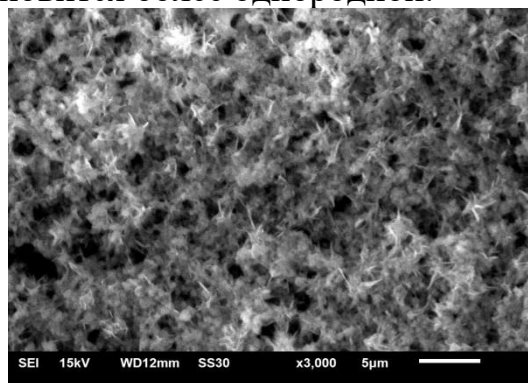
Кузьмин Николай Борисович

Применение фрактального анализа для исследования структуры цистеин - серебряного раствора

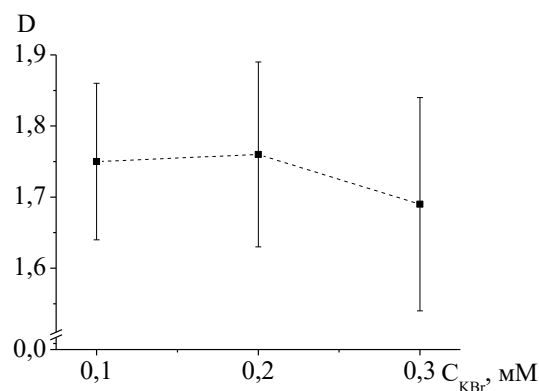
Научные руководители: П.М. Пахомов, П.В. Комаров

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра физической химии

В настоящее время фрактальный анализ активно используется в качестве одного из методов изучения процессов структурообразования в материалах с наноразмерной организацией. С этой целью, в данной работе с использованием программы Gwyddion [1] выполнен анализ СЭМ микрофотографий (рис. 1 а) вымороженных в жидком азоте гидрогелей на основе цистеин-серебряного раствора (ЦСР) и бромида калия (KBr) – инициатора гелеобразования [2]. В качестве базового метода нахождения фрактальной размерности D был выбран метод триангуляции. На рис. 1 б представлена полученная зависимость значений D от концентрации KBr. Установлено, что фрактальная размерность имеет тенденцию к уменьшению с ростом концентрации электролита в гелеобразце, что означает деградацию рельефа структуры поверхности, а также может быть связано с изменением внутренней структуры образцов, которая становится более однородной.



а



б

Рис. 1 а – СЭМ микрофотография ЦСР-KBr гидрогеля; б – зависимость фрактальной размерности от концентрации KBr в ЦСР гидрогелях. Оценка погрешности величины фрактальной размерности произведена на основе анализа микрофотографий с различным разрешением.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Gwyddion – Free SPM (AFM, SNOM/NSOM, STM, MFM, ...) data analysis software. Режим доступа: www.url: http://gwyddion.net. 25.01.2024.
2. Механников И.А., Хижняк С.Д., Иванова А.И., Пахомов П.М. Процессы самосборки в водных L-цистеин-серебряных растворах, инициированные галогенид-анионами // Материалы международной научно-технической конференции молодых ученых, г. Минск, Республика Беларусь, 21-23 марта 2023 г. Минск: БГТУ, 2023. С. 26.

УДК: 615.322

Кузьпелев Никита Андреевич

Анализ стабильности наночастиц серебра, синтезированных в водных экстрактах растений, с помощью спектральных методов

Научный руководитель: С.Д. Хижняк

Тверской государственной университет, г. Тверь
Кафедра физической химии

Наночастицы серебра (НЧС), обладая высокой антибактериальной активностью, все шире применяются в различных материалах медицинской, пищевой промышленности, в сельском хозяйстве, быту. С помощью водных экстрактов растений можно получить НЧС, которые обладают функционализированной поверхностью. Целью работы является изучение с помощью методов УФ-видимой спектроскопии и динамического светорассеяния (ДСР) стабильности наночастиц серебра, синтезированных в водных экстрактах листьев и цветов растений. Объектами исследования являются образцы иван-чая (листья и цветы) и борщевика (листья), собранные в г. Сыктывкар в июле 2023 года, на основе которых получены водные экстракты.

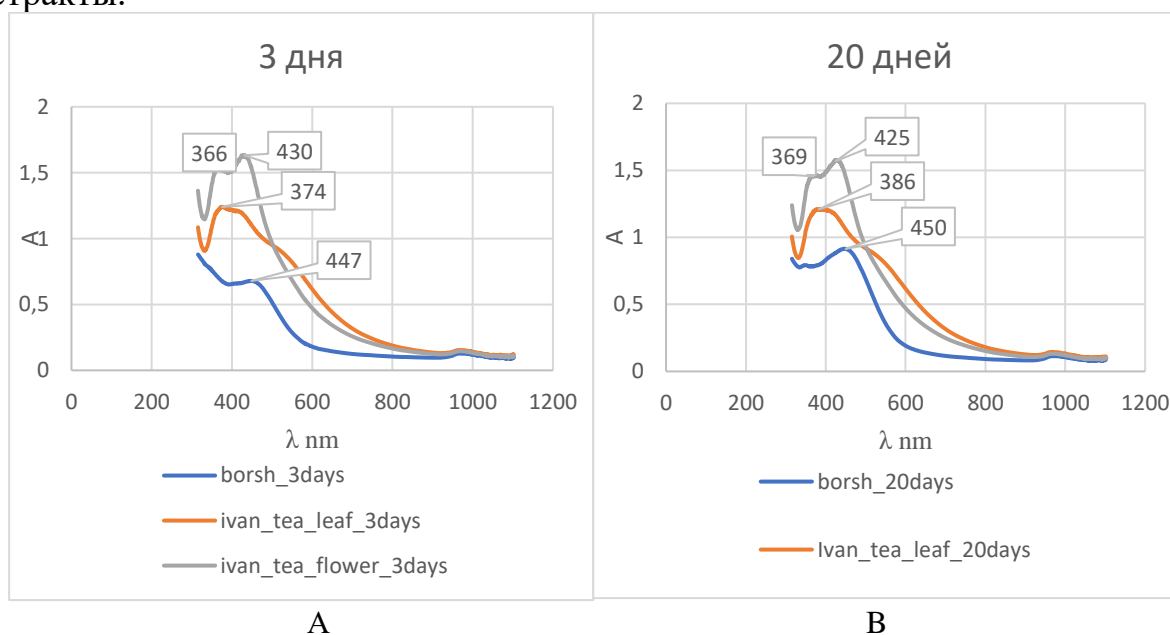


Рис. Электронные спектры образцов растений после добавления раствора нитрата серебра через 3 дня (А) и через 20 дней (В).

На рисунках показаны электронные спектры водных экстрактов через 3 дня (А) и 20 дней (В) после добавления раствора AgNO_3 . Мы можем наблюдать не только различную способность образцов растений восстанавливать Ag^+ , но и стабильность НЧС, синтезированных в экстрактах, во времени. С помощью метода ДСР установлено, что образцы характеризуются как мономодальным, так и бимодальным распределением частиц по размерам.

Работа выполнена на оборудовании лаборатории спектроскопии ЦКП ТвГУ

УДК: 635.21

Кулагина Полина Владимировна

Оценка урожайности и качества клубней сортов картофеля с цветной мякотью в условиях ЦРНЗ РФ

Научные уководители: М.Н. Павлов, Т.И. Смирнова

Тверская государственная сельскохозяйственная академия, г. Тверь
Кафедра агрохимии, земледелия и лесопользования

Картофель (*Solanum tuberosum* L.) - многолетнее травянистое клубненоносное растение с высоким продовольственным значением. Химический состав и качество клубней картофеля зависят от генетических особенностей сорта, почвы, агроклиматических условий и других факторов. Сорта картофеля с темноокрашенной мякотью представляют интерес, поскольку содержат биофлавоноиды, в том числе антоцианы, являющихся в организме человека сильными антиоксидантами. В связи с этим, вопросы химического состава клубней таких сортов картофеля требуют изучения.

Нами проведен анализ урожайности и химического состава клубней трех сортов картофеля с различной окраской мякоти (Гала, Сюрприз и Северное Сияние). Исследования выполнены в 2023 году на опытном поле Тверской ГСХА. Почва опытного участка дерново-среднеподзолистая, хорошо окультуренная. Перед посадкой вносили минеральные удобрения в дозе $N_{60}P_{80}K_{90}$. Агротехника в опыте рекомендована для Тверской области. Результаты исследований представлены в таблице.

Таблица.

Урожайность и химический состав клубней сортов картофеля

Сорт	Окраска мякоти	Урожайность, т/га		Содержание сухого вещества, %	Содержание сырой золы, %
		сырая масса	абсолютно сухая масса		
Гала	желтая	21,5	3,4	15,9	0,97
Сюрприз	красно-пёстрая	25,7	5,6	21,8	1,29
Северное сияние	сине-пёстрая	26,7	6,4	24,1	1,11
НСР ₀₅		1,9	1,6	-	-

В результате выявлено, что урожайность антоциансодержащих сортов Сюрприз и Северное сияние была выше, чем у сорта Гала. Вместе с тем, они имеют более высокое содержание сухого вещества и сырой золы. Повышенное накопление зольных элементов обеспечивает высокое содержание сухого вещества у данных сортов.

Высокое содержание сухих веществ, антоцианов и зольных элементов делают сорта Сюрприз и Северное сияние подходящими для диетического питания.

Исследования выполнены при финансовой поддержке гранта РФФИ № 23-76- 01058

УДК: 66.092.097

Кулебакина Екатерина Борисовна

Влияние условий на ожижение древесных опилок

Научный руководитель: А.А. Степачёва

Тверской государственный технический университет, г. Тверь
Кафедра биотехнологии, химии и стандартизации

Технология ожижения широко используется для преобразования твердой лигноцеллюлозной биомассы в жидкость. Выделяют непрямое ожижение и ожижение растворителем. Непрямое ожижение первоначально преобразует биомассу или продукты ее переработки в синтез-газ, из которого впоследствии синтезируются такие виды топлива, как спирты и алканы. Во время ожижения растворителем лигноцеллюлозная биомасса непосредственно превращается в жидкие продукты, как правило, с использованием протонных растворителей, таких как вода, фенолы, низкомолекулярные спирты, сульфолан или другие ионные жидкости. По сравнению с непрямым ожижением, ожижение растворителем протекает в более мягких условиях, характеризуется более высоким выходом продуктов и более легким регулированием процесса [1]. При ожижении растворителем различные лигноцеллюлозные материалы из биомассы могут быть эффективно преобразованы в некоторые виды важных базовых соединений, таких как фурфурол, 5-гидрокси-метилфурфурол, леволиновая кислота и ее сложные эфиры, γ -пентилактон, алкилгликозиды и фенолы с использованием воды, спиртов/полиолов, фенолов, сложных эфиров или органических кислот в качестве растворителей в присутствии кислот Льюиса, кислот Брэнстеда или других бифункциональных катализаторов [2]. Благодаря постоянной оптимизации технологических условий большое внимание уделяется получению базовых соединений с более высокими выходами, что требует понимания пути получения целевых продуктов.

В данной работе изучено влияние катализаторов и условий проведения процесса ожижения (растворитель, температура, давление, состав газа, соотношение субстрат-катализатор) опилок лиственных и хвойных деревьев (гидролизированных и негидролизированных). Проведен анализ состава и выхода продуктов ожижения выбранного типа биомассы. Для проведения процесса ожижения биомассы использовались два типа древесных отходов: опилки березы и опилки сосны. Процесс проводился в реакторе-автоклаве в присутствии растворителя и водорода. Анализ продуктов ожижения проводился методами ВЭЖХ и ГХ-МС.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ (22-79-10096)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Mika L T, Cséfalvay E, Németh Á. // Chemical Reviews 2018. № 118(2). С. 505–613.
2. Elliott D.C., Biller P., Ross A.B., Schmidt A.D., Jones S.B. // Biores. Technol. 2015. № 178. С. 147-156.

УДК 665.527.54

Левицкая Анна Владимировна

Исследование свойств эфирных масел лаванды для выявления фальсификации

Научный руководитель: Н.В. Веролайнен

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра органической химии

В настоящее время эфирные масла являются одним из самых востребованных продуктов на мировом рынке, поскольку они обладают разнообразными полезными свойствами. Однако, многие производители в коммерческих целях осуществляют фальсификацию эфирных масел, разбавляя или заменяя их синтетическими аналогами. Поддельные эфирные масла не имеют полезных свойств, а их применение может привести к возникновению различных заболеваний. Обнаружить фальсификат невозможно без использования специальных химических методов, поэтому выявление фальсификации эфирных масел крайне важно и необходимо [1].

В данной работе было проведено исследование шести образцов эфирных масел лаванды различных брендов: «OILdrop», «Vitateka», «Botavikos», «Dr.Pill», «Oleos», «BUBBLE TIME». Анализ осуществлялся с использованием методик, указанных в ГОСТ ISO 3515-2017 «Масло эфирное лавандовое. Технические условия». У всех масел были определены органолептические и физико-химические показатели, такие как внешний вид, цвет, запах, относительная плотность, показатель преломления, угол вращения плоскости поляризации света, растворимость в этиловом спирте, кислотное и эфирное число.

В результате проведенного исследования было выявлено, что числовые показатели эфирных масел компаний «OILdrop» и «Botavikos» не соответствуют стандарту, что характеризует низкое качество данных образцов. Так, например, показатель эфирного числа был сильно завышен, а при омылении наблюдалось сильное вспенивание и образование мыла, что означает наличие триглицеридов и подтверждает фальсификацию эфирных масел жирными кислотами. Дополнительно, были осуществлены специальные пробы для определения присутствия посторонних и собственных примесей. Качественный состав эфирных масел был установлен при помощи метода ИК-спектроскопии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Лапко И.В., Аксенова Ю.Б., Кузнецова О.В. и др. Эфирные масла: методы определения подлинности и выявления фальсификации. Обзор // Аналитика и контроль. 2019. Т. 23. № 4. С. 445.

УДК:541.67:536.7:536-36

Липатова Екатерина Евгеньевна

Влияние магнитного поля на реологические свойства уксусно-водных растворов хитозана

Научные руководители: Е.В. Русинова, С.А. Вшивков

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург
Кафедра органической химии и высокомолекулярных соединений

Функциональное разнообразие в сочетании с биосовместимостью, биоразлагаемостью, экологической безопасностью и воспроизводимостью открывает широкие возможности применения хитозана и его растворов в медицине, косметической, текстильной, пищевой и других отраслях промышленности. Как и большинство природных полимеров, хитозан склонен к самоассоциации в водных растворах. Структура растворов во многом определяет свойства пленок, мембран и волокон, формируемых «мокрым» способом, а магнитное поле может являться важным фактором, влияющим на размеры надмолекулярных структурных элементов. В этой связи целью работы явилось изучение реологических свойств растворов хитозана в магнитном поле и в его отсутствие.

Изучение реологических свойств растворов проводили с использованием ротационного реоскопа HAAKE MARS с рабочим узлом типа конус – плоскость и реометра Rheotest с рабочим узлом цилиндр – цилиндр. Методом малоамплитудных гармонических колебаний исследованы водно-уксусные растворы хитозана (200 кДа) в диапазоне концентраций 1,00-5,00 % масс. и температур 296-317 К. Обнаружено появление вязко-упругих свойств для растворов в диапазоне концентраций, превышающих 3,00 % масс. Впервые в данной работе для растворов хитозана показано, что упругие свойства начинают доминировать над вязкими при частотах более 45 Гц при амплитуде колебаний 10 Па. Обнаружено повышение вязкости водно-уксусных растворов хитозана в постоянном магнитном поле (3,7 кЭ). Рост вязкости связан с изменением движения заряженных макромолекул под действием силы Лоренца и с ориентацией макромолекул относительно силовых линий магнитного поля, обусловленной их диамагнитной анизотропией.

Рассчитаны концентрационные зависимости энтальпий активации вязкого течения растворов хитозана из данных по частотной зависимости модуля потерь из которых следует, что в области концентрации 5,0 % масс. происходит изменение характера течения растворов и формирование гелеобразной фазы с жидкокристаллическим упорядочением макромолекул хитозана. Обнаружено уменьшение энтальпии активации течения растворов хитозана в магнитном поле.

УДК: 547.466.07

Лисицкий Тимур Михайлович

Новый синтез комплексонов на основе акриловой кислоты

Научные руководители: В.М. Никольский, Т.В. Крюков

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра неорганической и аналитической химии

Новый комплексон α -аланинуксусная кислота (АУК) относится к классу полиаминокарбоновых кислот. Многие металлы способны замещать атомы водорода карбоксильных групп комплексонов, одновременно образуя координационную связь с азотом аминогруппы. Образуются прочные комплексные соединения с несколькими пятичленными кольцами. Благодаря этому комплексоны получили широкое применение в химической промышленности [1].

Методы получения подобных соединений часто базируются на реакции аммонолиза водным раствором аммиака моногалогенкарбоновых кислот, а также присоединением к аммиаку непредельных кислот [2].

В патентной литературе описаны методы получения комплексонов присоединением аминодикарбоновых кислот к непредельным дикарбоновым [3-5] или непредельным монокарбоновым кислотам [6]. В то же время взаимодействие аминокрбоновых и непредельных монокарбоновых кислот с образованием комплексонов ранее описано не было.

Нами осуществлен синтез α -аланинуксусной кислоты взаимодействием акриловой и аминокрбоновой кислот при нагревании в щелочной среде. Присоединением иминодиуксусной кислоты к акриловой кислоте будет получена α -аланиндиуксусная кислота (АДУК).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Комплексоны и комплексонаты металлов / Дятлова Н.М., Темкина В.Я., Попов К.И. - М.: Химия, 1988. - 544 с.
2. Gulyas L., Deak G., Keki S., Horvath R., Zsuga M. Hung. Investigation of the industrially applicable synthesis of iminodiacetic acid // J. Ind. Chem., 2001, 29, 45–51. doi 10.1515/hjic-2001-09
3. А. с. СССР на изобретение № 629208, опубл. 25.10.1978, Иминодиянтарная кислота в качестве комплексона / Автор: Никольский В.М.
4. Патент РФ № 2551285, опубл. 20.05.2015, Способ получения смеси хелатирующих агентов / Авторы: Аксела Р., Риссанен Ю.
5. Loginova E. S., Nikol'skii V. M., Tolkacheva L. N., Lukryanova N. I. Synthesis and some properties of complexones, succinic acid derivatives // Russian Chemical Bulletin, 2016, Vol. 65, No. 9, P. 2206-2210, DOI: 10.1007/S11172-016-1569-7
6. А. с. СССР на изобретение № 592818, опубл. 15.02.1978, Способ получения комплексонов / Авторы: Никольский В.М., Горелов И.П.

УДК 536.421.1

Ломоносов Георгий Денисович, Савельев Ярослав Павлович

Об оптимизации программного комплекса OVITO

Научный руководитель: Н.Ю. Сдобняков

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра общей физики

В настоящее время возрастает интерес к изучению локальной структуры наночастиц [1-3] для объяснения их физико-химических свойств. Активно используется ПО OVITO [4], в котором одними из базовых методов являются интервальный метод ближайших соседей (interval CAN) [5] и метод полиэдральных шаблонов (PTM) [6]. В данной работе нами разработан скрипт на языке python, позволяющий одновременно проводить структурный анализ отмеченными методами с использованием [4], учитывая их достоинства и недостатки [7].

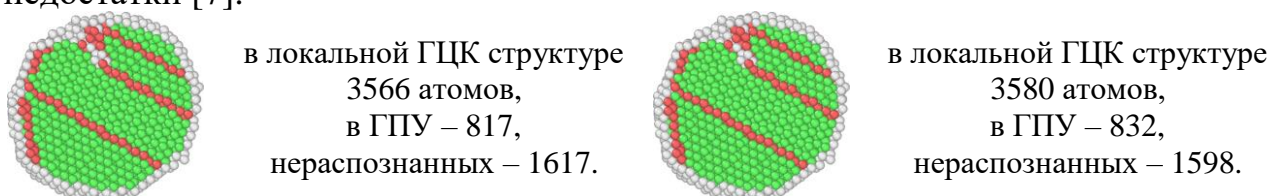


Рис. 1. Результаты структурного анализа в ПО OVITO [4] для бинарной системы Cu2000-Ni4000 при температуре 300 К (слева – CNA анализ, справа – PTM анализ).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Сдобняков Н.Ю., Соколов Д.Н. Изучение термодинамических и структурных характеристик наночастиц металлов в процессах плавления и кристаллизации: теория и компьютерное моделирование: монография. Тверь: Изд-во ТвГУ, 2018. 176 с.
2. Сдобняков Н.Ю., Колосов А.Ю., Богданов С.С. Моделирование процессов коалесценции и спекания в моно- и биметаллических наносистемах. Монография. Тверь: Изд-во ТвГУ, 2021. 168 с.
3. Богданов С.С., Сдобняков Н.Ю. Закономерности структурообразования в бинарных наночастицах ГЦК металлов при термическом воздействии: атомистическое моделирование. – Тверь: Изд-во ТвГУ, 2023. – 144 с.
4. OVITO Open Visualization Tool. Режим доступа: <https://www.ovito.org/windows-downloads/>. 10.01.2024.
5. Larsen P.M. Revisiting the common neighbour analysis and the centrosymmetry parameter. Режим доступа: www.url: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2003.08879>. 15.08.2022.
6. Larsen P.M. Robust structural identification via polyhedral template matching modelling // Modelling and Simulation in Materials Science and Engineering. 2016. V. 24. № 5. Art. № 055007. 18 p.
7. Polak W.Z. Efficiency in identification of internal structure in simulated monoatomic clusters: Comparison between common neighbor analysis and coordination polyhedron method // Computational Materials Science. 2022. V. 201. Art. № 110882. 8 p.

УДК: 544.234.6

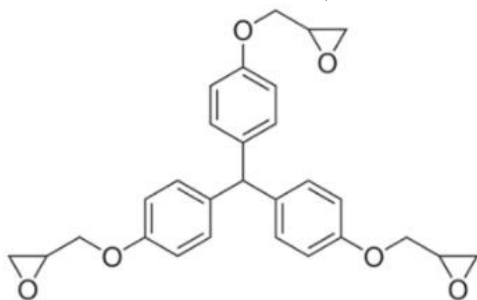
Любимов Пётр Игоревич

Изучение физико-механических свойств модифицированных полимеров на основе трифункционального эпоксидного олигомера

Научные руководители: Н.И. Лукашов, И.Ю. Горбунова

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, г. Москва
Кафедра технологии переработки пластмасс

Эпоксидные полимеры широко распространены в промышленности в качестве матриц для полимерных композиционных материалов. Наиболее широким температурным диапазоном эксплуатации характеризуются композиционные материалы с матрицами на основе полифункциональных эпоксидных олигомеров. Однако такие матрицы характеризуются низкими значениями трещиностойкости и ударной вязкости. С целью повышения физико-механических характеристик такие матрицы модифицируют активными разбавителями и жесткоцепными термопластами.



Структурная формула исследуемого трёхфункционального эпоксидного олигомера марки Tactix-742 (Hunstman)

В работе был изучен ряд свойств модифицированных эпоксидных полимеров, таких как прочность и модуль упругости при растяжении, ударная вязкость и температура стеклования по ДМА. Так же для стеклопластиков на основе таких матриц были определены трещиностойкость и прочность при изгибе.

Увеличение термопластичного модификатора в смесевом эпоксидном олигомере приводит к монотонному росту большинства физико-механических свойств. Наибольший прирост наблюдается для ударной вязкости.

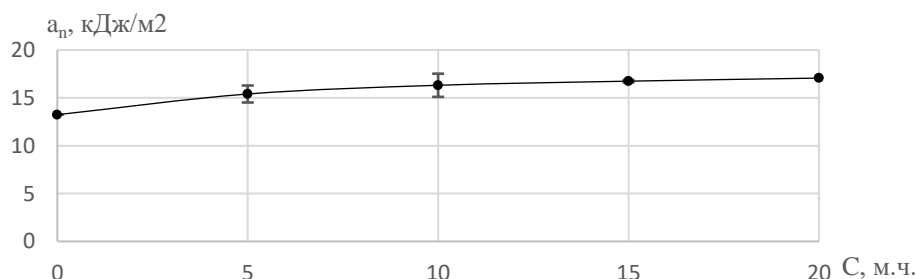


Рис. График зависимости ударной вязкости от содержания термопластичного модификатора в эпоксидной композиции

УДК: 66.097.3

Мавренкова Надежда Александровна

Применение безлигандных полимерных катализаторов в реакции кросс-сочетания Соногаширы

Научный руководитель: Л.Ж. Никошвили

Тверской государственный технический университет, г. Тверь
Кафедра биотехнологии, химии и стандартизации

Реакция кросс-сочетания Соногаширы представляет собой реакцию образования C–C связи между винил- или арил-галогенидами и терминальными алкинами [1]. Реакция Соногаширы катализируется палладием, однако в качестве сокатализаторов требует добавления соединений меди (I) или аминов. Данная реакция находит широкое применение в тонком органическом синтезе, включая синтез активных фармацевтических ингредиентов.

В рамках данной работы исследована возможность применения новых Pd-содержащих полимерных катализаторов в реакции Соногаширы между фенилацетиленом и 4-йоданизолом (4-ИАН) в среде диметилсульфоксида при 90°C в инертной атмосфере (аргон). Для стабилизации активных форм палладия в реакционную смесь добавляли ацетат натрия (1.5 ммоль) и тетрабутиламмония бромид (10 мольн.%). Необходимо отметить, что в качестве носителей катализаторов использовались аморфные ароматические полимеры на основе нафталина и нафтола, синтезированные по реакции Фриделя-Крафтса с применением безводного хлорида железа (III) в качестве катализатора и метилаля в качестве сшивающего агента. Таким образом, был получен ряд полимерных каталитических систем, содержащих 1%(масс.) Pd. Все катализаторы были протестированы как в исходной форме, содержащей ацетат палладия, так и в восстановленной форме, содержащей предварительно сформированные наночастицы Pd(0).

Наиболее высокая конверсия 4-ИАН (>99% за 60 мин) и начальная скорость реакции наблюдались в присутствии невосстановленной каталитической системы на основе полимера, синтезированного путем сшивки нафталина с последующим сульфированием. Среди восстановленных катализаторов наиболее высокой активностью обладал образец на основе наночастиц Pd (средний диаметр порядка 10 нм), стабилизированных в порах полимера, полученного сшивкой нафтола.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда
(грант № 23-29-00604)*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Sonogashira, K.; Tohda, Y.; Hagihara, N. *Tetrahedron Lett.*, 1975, **16**, 4467.

УДК 530.1+533.7

Майфат Денис Александрович

К теории линейного отклика

Научный руководитель: В.В. Зубков

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра общей физики

В [1] предложен новый метод вычисления локальной плотности слабо неоднородного флюида, находящегося во внешнем силовом поле. В его основе лежат детерминистические уравнения микроскопической динамики частиц флюида, что принципиально отличается от широко используемых методов статистической механики, в основе которых лежат статистические гипотезы и вероятностные предположения. В рамках нового метода нами была решена задача линейного отклика бинарных (в частности, ионных) систем на малое внешнее механическое возмущение, и получено аналитическое выражение для локальной плотности флюида, находящегося в узкой плоскопараллельной поре:

$$n_A(\mathbf{r}) = n_b^A - \beta n_b^A U^{ext}(\mathbf{r}) + \beta n_b^A \int d^3 \mathbf{r}' \mathfrak{R}(\mathbf{r} - \mathbf{r}'; \beta, n_b^A, n_b^B) U^{ext}(\mathbf{r}').$$

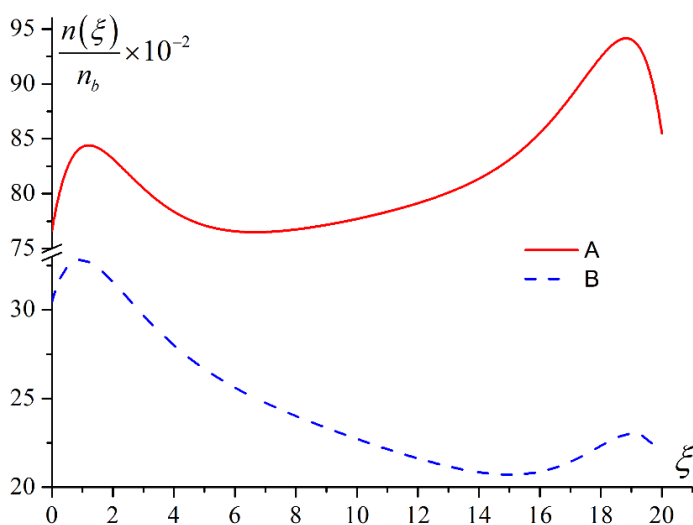


Рис. 1. Модельная ионная система в узкой плоскопараллельной поре во внешнем электрическом поле, где $e_A = 2e$ и $e_B = -5e$ – заряды частиц сорта А и В соответственно, ξ – приведенное расстояние [1].

Здесь n_b^A – плотность объемной фазы частиц сорта А, β – обратная температура, $\mathfrak{R}(\mathbf{r} - \mathbf{r}'; \beta, n_b^A, n_b^B)$ – ядро интегрального оператора, аналитический вид которого представлен в [1], $U^{ext}(\mathbf{r})$ – внешнее поле. На рис. 1 представлены зависимости локальной плотности компонент ионной смеси (сорт А и В) в зависимости от координаты в направлении перпендикулярном плоскостям пор.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Майфат Д. А., Зубков В. В., Зубкова А. В. Метод тензорных полей в теории бинарных смесей: теория линейного отклика // Вестник НовГУ. 2023. Т. 130. №1. С. 71-79.

УДК: 538.956

Макулин Андрей Алексеевич, Глинский Дмитрий Романович

Модифицированная керамика ниобата калия натрия

Научный руководитель: Е.В. Барабанова

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра прикладной физики

Ниобаты щелочных металлов перспективные сегнетоэлектрические материалы. Они имеют высокие значения диэлектрической проницаемости, пьезоэлектрических модулей, температуры Кюри и биосовместимы. Но, несмотря на это, низкая воспроизводимость их свойств мешает массовому производству изделий из них. Поэтому все чаще они являются основой для создания сложных сегнетоэлектрических оксидов путем введения различных модификаторов, которые улучшают и стабилизируют их свойства. Общая формула таких соединений ABO_3 , где А и В позиции, занимаемые ионами щелочных металлов.

В работе получены и исследованы образцы керамики ниобата калия натрия (KNN), модифицированной барием Ва в позиции А (KNNBa) и цирконием Zr в позиции В (KNNZr) в количестве 5 мол.%. Структура исследовалась методом растровой электронной микроскопии. Диэлектрические свойства исследованы методом диэлектрической спектроскопии в диапазоне частот 1 Гц – 1МГц от комнатной температуры до 500 °С.

В работе показано, что оба образца имеют зереную структуру, схожую со структурой чистого KNN. Но исследование химического состава показало, что примеси распределились неравномерно. При этом содержание циркония значительно меньше, чем задано по формуле.

На температурной зависимости действительной части диэлектрической проницаемости можно наблюдать два максимума при температурах, характерных для KNN. Основной максимум наблюдается при температуре 420 и 410 °С, соответственно у KNNBa и KNNZr. При этом у первого состава наблюдается небольшое уширение пика. Смещение положения максимума $\epsilon'(T)$ отсутствует у обоих составов. Низкотемпературный максимум, напротив, характеризуется сильной зависимостью своего положения от частоты измерительного поля. Таким образом, можно говорить о проявлении релаксорных свойств у образцов.

Стоит отметить, что у образца, модифицированного Ва, диэлектрическая проницаемость больше, чем у KNNZr.

УДК: 544.23.022

Малышев Максим Дмитриевич

Влияние углеродных нанотрубок на структуру волокна на основе полиакрилонитрила

Научный руководитель: П.В. Комаров

Тверской государственной университет, г. Тверь
Кафедра физической химии, Кафедра общей физики

Полиакрилонитрил (ПАН) – основной класс сырья для прядения нитей прекурсоров, используемых для производства высокомолекулярных углеродных волокон (УВ). Считается, что введение наполнителей на основе углерода, таких как углеродные нанотрубки (УНТ) и графен, может значительно улучшить механические свойства прекурсоров, что в свою очередь может значительно повысить модуль упругости УВ.

Волокно на основе ПАН формируется в ходе процесса коагуляции, когда струя прядильного раствора (раствор ПАН в хорошем растворителе, например, в диметилсульфоксиде) попадает в коагуляционную ванну, содержащую плохой растворитель (воду). Чтобы разобраться, как наполнитель может влиять на структуру волокна, мы разработали компьютерную модель на основе мезомасштабного метода динамического функционала плотности. Нами выполнено картирование атомистических структур ПАН, диметилсульфоксида, воды и УНТ на соответствующие крупнозернистые представления. Параметры грубозернистого силового поля были получены на основе вспомогательного атомистического моделирования и найденных литературных данных.

Выполненные тестовые расчеты показали, что построенная модель позволяет наблюдать формирование структурных неоднородностей (зародышей кристаллических доменов, пор) в зависимости от изменения ключевых параметров: качества растворителя, температуры системы и объемной доли наполнителя. Полученные результаты ясно показывают, что распределение УНТ в системе становится однородным с увеличением содержания воды в составе коагуляционной ванны. В то же время увеличение содержания воды приводит к увеличению количества зародышей кристаллической фазы в полимерной матрице.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-23-00065,
<https://rscf.ru/project/23-23-00065/> с использованием оборудования Центра коллективного
пользования сверхвысокопроизводительными вычислительными ресурсами
МГУ имени М.В. Ломоносова*

УДК 636.085.3

Мартынов Илья Александрович

**Контроль качества сырья, материалов и готового продукта при
производстве комбикормов для домашних животных на
ОАО «Мелькомбинат»**

Научный руководитель: Н.В. Баранова

ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», г. Тверь
Кафедра неорганической и аналитической химии

Все сырье проходит тщательную проверку, перед тем как пойти дальше на производство. Объекты исследования: мука рыбная, мука перьевая, мука мясная. Данные компоненты сырья проходят контроль по следующим, наиболее часто проверяемым параметрам: влажность, натура, сырой протеин, Са, Р, сырой жир, сырая клетчатка, число золы.

Для определения влажности взвешивали навеску сырья, после чего помещали ее на весы с подогревом и таймером, выдерживали в течение 3 минут и определяли разность по массе. Для определения сырого протеина навеску сырья дегирировали при 420°C. Дегерированный образец перегоняли на дистилляционном блоке в течение 4 минут, затем титровали соляной кислотой. Для определения содержания кальция навеску образца сжигали в муфельной печи в течение 5 часов при температуре 550°C, затем готовили раствор, который титровали Трилоном Б. Для определения содержания фосфора навеску образца сжигали в муфельной печи в течение 5 часов при температуре 550°C, затем готовили раствор, в котором содержание фосфора определяли фотометрически. Содержание сырого жира определяли на приборе SOXTHERM.

После проведения анализов этих компонентов и обработки результатов оказалось, что из трех видов сырья не подошла только рыбная мука по причине чрезмерно высокого показателя «Числа золы» (более 17% при норме около 1%). По результатам анализов можно сделать вывод, что по нормативной документации прошел только корм для кошек, а вот в корме для собак, в ходе исследования, было выявлено не соответствие параметра «Числа по сырому жиру» (4,8% при норме не менее 5%). Такой корм в дальнейшем отправляется на переработку.

УДК 633.494

Маслякова Елена Сергеевна

Продуктивность топинамбура при некорневых подкормках в технологии возделывания

Научные руководители: З.И. Усанова, И.Н. Смирнова, М.Н. Павлов

Тверская государственная сельскохозяйственная академия, г. Тверь
Кафедра агробиотехнологий, перерабатывающих производств и семеноводства

Топинамбур или земляная груша – многолетнее растение, продукция которого используется на пищевые, технологические, кормовые и лечебные цели.

Характеризуется высокой продуктивностью и экологической пластичностью. При возделывании его по экологически безопасной технологии не обязательно применять лущение, которое позволяет сократить использование высоких доз минеральных удобрений. В последние годы на аграрном рынке появились комплексные удобрения, которые применяются в разных дозах в виде некорневых подкормок различных полевых культур. Их роль в оптимизации минерального питания топинамбура изучена недостаточно.

Цель нашей работы – изучить влияние некорневых подкормок комплексными удобрениями на формирование урожайности топинамбура сорта Скороспелка. Исследование проводили в 2023 г. в двухфакторном полевом опыте на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве на опытном поле Тверской ГСХА. Изучали факторы: А – некорневые подкормки препаратами. А₁ - контроль, А₂ - Фолиус премиум, 5 л/га; А₃ – Гумат + 7, 2 кг/га. Расход рабочей жидкости 300 л/га. Фактор В – сроки некорневых подкормок. В₁ – при высоте растений 10-15 см, В₂ при высоте 10-15 см и 40-50 см. Площадь учетной делянки А - 29 м², В - 14,7 м², повторность в опыте четырехкратная.

В результате выявлено, что некорневые подкормки изучаемыми препаратами усиливают рост растений, улучшают фотосинтетическую деятельность топинамбура и ход продукционного процесса, что способствует повышению урожайности.

Наибольшие прибавки урожая получены от одной подкормки посадок Фолиус премиум: ботвы - 23,3 т/га (59%), клубней - 49,1 т/га (111%). А при двухкратных подкормках - Гумат + 7: ботвы – 21,1 т/га (48,4 %), клубней - 69,5 т/га (108,8 %).

По сумме урожая ботвы и клубней более высокий результат 185,2 т/га биомассы получен от двухкратной некорневой подкормки препаратом Гумат + 7.

УДК: 541.127

Меденков Вячеслав Дмитриевич

Кинетика окисления меди кислородом в водных растворах тиосульфата, тиомочевины и их смесей

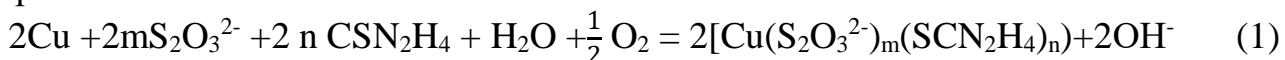
Научный руководитель: С.Л. Горцевич

Тверской государственный технический университет, г. Тверь
Кафедра химии и технологии полимеров

Методом вращающегося диска с использованием планирования эксперимента изучена кинетика окисления меди в присутствии кислорода и смесей лигандов – тиосульфата калия и тиомочевины. Парциальное давление кислорода устанавливали, изменяя состав барботируемого газа на уровнях $P_{O_2} = 1 \cdot 10^{-3}$ Па (кислород) или $0,21 \cdot 10^{-3}$ (воздух).

Для растворения меди значительный интерес представляют комбинированные реагенты, образующие устойчивые смешанные разнолигандные комплексы. В данной работе рассмотрена система, содержащая ионы тиосульфат и тиомочевину.

Можно предположить, что реакция окисления меди кислородом может протекать по схеме:



Для оценки влияния мольного отношения концентрации лигандов на скорость растворения меди предположим, что в системе образуется только один смешанный комплекс с разнородными лигандами (уравнение 1).

Получена зависимость скорости растворения меди от мольной доли тиосульфата в изомолярной серии при сумме концентраций:

$$[S_2O_3^{2-}] + [SC(NH_2)_2] = \text{const.}$$

Максимум кривой приходится на молярное отношение $[Tu] : [Ts] = 1:1$, что, соответствует предложенному составу комплекса.

Кривые, полученные при барботаже кислорода и воздуха, позволили рассчитать порядок по парциальному давлению кислорода (окислителя), который составляет 1,19.

Формальная кинетическая модель, адекватно описывающая изменение скорости в области $[S_2O_3^{2-}] = 0-0,25$; $[SCN_2H_4] = 0-0,25$; $T = 288-318$ К и частоте диска $\omega = 1,6-25$ s^{-1} имеет вид:

$$W = kC_{Tu}^{1,1} C_{Ts}^{1,1} P_{O_2}^{1,19} \omega^{0,5}, \quad (2)$$

Из модели рассчитаны $k = 8,56 \cdot 10^{-9}$ и $E_{\text{акт}} = 15,8$ кДж/моль. Процесс протекает в диффузионном режиме. Порядок по частоте вращения диска близок к 0,5. Образование смешанных комплексов влияет на увеличение скорости диффузии продуктов реакции за счет повышения концентрации серебра

Данная работа выполнена на кафедре «Химия и технология полимеров» ТвГТУ

УДК: 544.163.2

Механников Илья Алексеевич

Золь-гель переход в коллоидных растворах аминокислоты L-цистеин и нитрата серебра под влиянием бромид-аниона

Научный руководитель: С.Д. Хижняк

Тверской государственной университет, г. Тверь
Кафедра физической химии

Супрамолекулярные гидрогели на основе низкомолекулярных соединений (аминокислот, пептидов и др.), обладающие уникальными свойствами и широким спектром потенциального применения, могут быть получены в результате самосборки этих малых молекул за счет нековалентных взаимодействий, таких как водородное связывание, электростатическое взаимодействие, силы Ван-дер-Ваальса и др. Золь-гель переход в подобных системах может происходить при добавлении электролита, изменении pH, температуры. Гидрогели на основе водных растворов аминокислоты L-цистеин (L-Cys) и нитрата серебра можно отнести к классу анион-чувствительных, поскольку гелеобразование в них инициируется различными электролитами (сульфатами, хлоридами, молибдатами и др.). Целью работы является изучение золь-гель перехода в L-цистеин-AgNO₃ коллоидном растворе (ЦСР) под влиянием бромид-аниона с помощью методов вибровискозиметрии, УФ и Фурье-ИК спектроскопии, динамического светорассеяния (ДСР), сканирующей электронной микроскопии (СЭМ). Обнаружено, что золь-гель переход в ЦСР наблюдается в узком диапазоне концентраций KBr: 0,40-0,60 мМ; при этом концентрация L-Cys составляет 3,0 мМ, AgNO₃ – 3,75 мМ. Гидрогели нестабильны во времени, быстро мутнеют и разрушаются. Процесс гелеобразования сопровождается существенными изменениями в электронных спектрах ЦСР - после добавления бромид-аниона исчезают полосы поглощения с максимумами ~316 и 390 нм, но появляется поглощение в области ~350 нм. Одновременно с изменением электронной конфигурации супрамолекулярных кластерных цепочек на основе меркаптида (цистеината) серебра в ИК спектрах, вымороженных ЦСР-KBr гидрогелей, наблюдаются изменения в области валентных (NH₂, NH₃⁺) и деформационных колебаний COO⁻, NH₂, NH₃⁺ групп. Золь-гель переход в ЦСР сопровождается резким изменением морфологии образцов, исследованной с помощью СЭМ.

Данная работа выполнена на оборудовании лабораторий спектроскопии и электронной микроскопии ЦКП ТвГУ

УДК 678.664

Минеева Татьяна Александровна

Химическая модификация литьевого полиуретана ароматическим диолом

Научный руководитель: И.Н. Бакирова

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»,
г. Казань

Кафедра технологии синтетического каучука

Синтезирован литьевой монолитный полиуретан на основе олигоэтиленадипината, 2,4-толуилنديизоцианата, 1,1,1-триметилпропана и удлинителя цепи, в качестве которого предложено использовать ароматический диол - бис-2-гидроксиэтиловый эфир 4,4'-диоксифенил-2,2-пропан (ДФП-2). Синтез осуществляли одностадийным способом путем введения изоцианатного компонента в предварительно высушенную смесь гидроксилсодержащих соединений. Для сравнения свойств подобным образом были получены полиуретаны, в которых роль удлинителя цепи выполняли 1,4-бутандиол и дифенилолпропан торговой марки Бисфенол А. По внешнему виду и по данным широкоугольной рентгенографии образец, полученный с участием ароматического диола является аморфными, а сформированные 1,4-бутандиолом или Бисфенолом А – закристаллизованными. Отсутствие кристалличности у полиуретана на основе ДФП-2 связано с наличием в его структуре боковых CH_3 -групп и простых эфирных связей, вводимых в полимер ароматическим диолом. Указанные фрагменты способствуют пространственному разупорядочиванию упаковки полимерных цепей и исчезновением дальнего порядка в расположении макромолекул. Жизнеспособность полиуретановой композиции на основе ароматического диола и 1,4-бутандиола сопоставима, в то время как использование Бисфенола А способствует увеличению текучести композиции вследствие меньшей активности фенольного гидроксила в реакции уретанобразования по сравнению со спиртовым. По показателям прочности, эластичности и относительному удлинению аморфный образец превосходит закристаллизованные, а по твердости уступает им. Использование ДФП-2 приводит к повышению термостойкости полиуретана за счет введения в его структуру парных ароматических ядер и отсутствия в полимере не термостойких уретановых связей, образованных фенольным гидроксидом. Предлагаемый полиуретан, как и образцы, выбранные для сравнения, демонстрирует высокую химическую стойкость к действию углеводородных сред.

УДК: 541.49 : 615.33

Миронова Софья Валерьевна

Синтез и анализ комплекса цефуроксима с алюминием

Научный руководитель: М.В. Минина

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра неорганической и аналитической химии

Цефуроксим относится к цефалоспориновым антибиотикам II поколения. Активен в отношении широкого спектра возбудителей, включая штаммы, продуцирующие бета-лактамазы. В настоящее время цефуроксим широко используется в медицинской практике. Продолжается изучение его взаимодействия с различными металлами.

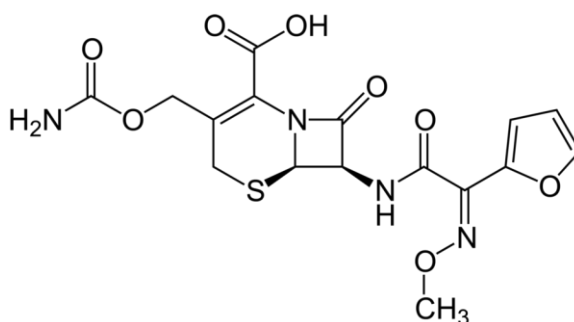


Рис 1. Структурная формула молекулы цефуроксима

Комплекс алюминия и цефуроксима был синтезирован в виде кристаллического осадка из водного раствора в результате взаимодействия растворов $AlCl_3$ и натриевой соли антибиотика. При этом мольное соотношение металл:антибиотик составляло 1:3, что обеспечивало получение комплексов с максимально возможным числом лигандов.

Синхронный термический анализ образцов металлокомплексов цефуроксима, то есть запись кривых термогравиметрии (ТГ) и дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК), позволил определить количественное содержание кристаллизационной воды в образцах и температуру начала термодеструкции.

Таблица 1.

Результаты термогравиметрического анализа

Температура эндотермического максимума, °С	Температура начала термодеструкции, °С	Температура экзотермического максимума, °С
98	125	280

УДК: 537.622

Митина Екатерина Борисовна

Влияние отжига на магнитную вязкость $GdCo_{5-x}Cu_x$

Научный руководитель: Е.М. Семенова

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра физики конденсированного состояния

Магнитная вязкость оказывает существенное влияние на процессы перемагничивания магнетиков, поскольку ход полевых зависимостей намагниченности и величина коэрцитивной силы дополнительно будут зависеть от длительности воздействия внешнего магнитного поля на образец [1]. В данной работе выполнены экспериментальные исследования эффекта магнитной вязкости квазибинарных соединений $GdCo_{5-x}Cu_x$. Проведен анализ зависимости скачков удельной намагниченности от времени образцов в различном структурном состоянии после выплавки и отжига. Измерения выполнены методом вибрационного магнитометра при комнатной температуре. Установлено, что при уменьшении значения отрицательного поля время скачка намагниченности увеличивается в большей степени на исходных образцах по сравнению с отожженными. В обратном поле, равном коэрцитивной силе, скачок намагниченности происходит практически мгновенно. В качестве примера представлены временные зависимости скачков удельной намагниченности образцов $GdCo_4Cu_1$ в состоянии после выплавки и отжига.

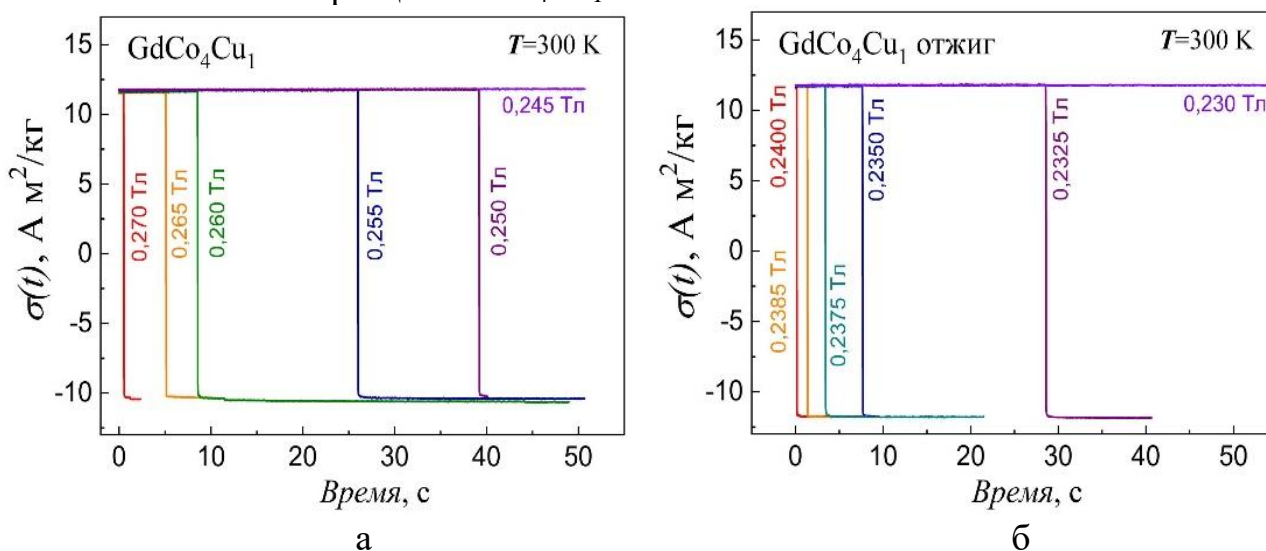


Рис.1. Временные зависимости скачков σ образцов $GdCo_4Cu_1$ в состоянии после выплавки (а) и отжига (б)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. De Oliveira, L. A. S. Cu induced coercivity enhancement in the low viscosity $GdCo_{5-x}Cu_x$ system / L.A.S. de Oliveira a, J.P. Sinnecker b, R. Grössinger c, A. Pentón-Madrigal d, E. Estévez-Rams e //Journal of Magnetism and Magnetic Materials. – 2011. – V. 323. – I. 14. – P. 1890-1894.

УДК 548.57

Митченко Артем Сергеевич

Оптимизация свойств керамики твердых растворов на основе $\text{Ca}_{0,3}\text{Ba}_{0,7}\text{Nb}_2\text{O}_6$

Научный руководитель: О.В. Малышкина

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра прикладной физики

В работе методом твердофазного синтеза, по методике, описанной в [1], получены образцы керамики твёрдого раствора $\text{Ca}_{0,3}\text{Ba}_{0,7}\text{Nb}_2\text{O}_6$ (CBN30) чистого и легированных 5 массовыми % SrTiO_3 или LiTaO_3 с модифицирующей добавкой мелкодисперсного полистирола (2 массовых %). Исследования частотных зависимостей диэлектрических проницаемости (ϵ) проводились на неполяризованных и поляризованных образцах керамики CBN30. В результате исследований установлено, что, на поляризованных образцах в интервале до 300 Гц усиливается разброс значений диэлектрической проницаемости (рис. 1а), имеющий место у неполяризованных образцов только до 1 Гц (рис. 1б). Причиной может являться локализация свободных зарядов на границах зерен в процессе поляризации образцов во внешнем электрическом поле и, как следствие, увеличение вклада миграционной поляризации в диэлектрический отклик. Исследования пирокоэффициента (γ) проводились динамическим методом на образцах керамики CBN30 на сторонах, соответствующих положительному ($+P_s$) и отрицательному ($-P_s$) концам вектора спонтанной поляризации (рис. 1 в). Образцы поляризовались при комнатной температуре при разной напряженности электрического поля. В итоге было обнаружено однородное распределение поляризации в легированных образцах CBN30 с добавлением полистирола.

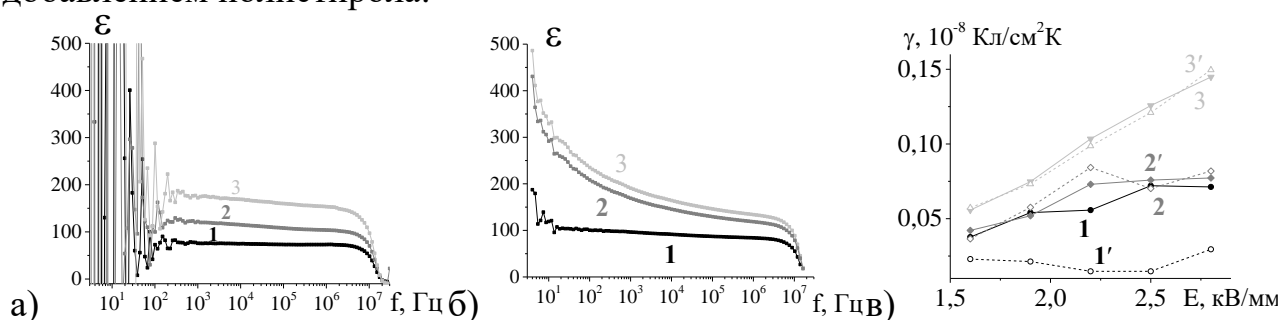


Рис. 1. Зависимости ϵ (а, б) и γ (в) модифицированных полистиролом керамиках CBN30 (1), CBN30 + 5% LiTaO_3 (2) и CBN30 + 5% SrTiO_3 (3). а – поляризованный образец, б – неполяризованный. 1,2,3 – сторона $+P_s$, 1',2',3' – сторона $-P_s$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Стабилизация диэлектрических свойств керамики твердых растворов на основе ниобата кальция-бария / А. С. Митченко, О. В. Малышкина, О. С. Гусева, А. И. Иванова // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов. – 2023. – № 15. – С. 178-188

УДК 541.68

Лукиев Иван Васильевич¹, Михайлов Иван Викторович²

Исследование трибологических свойств полимерных щёток из гребнеобразных макромолекул

Научный руководитель: О.В. Борисов^{1,2}

¹Национальный исследовательский университет ИТМО, г. Санкт-Петербург

²Институт высокомолекулярных соединений РАН, 199004, г. Санкт-Петербург

Полимерные щётки — нанослой, состоящие из полимерных цепей, одним концом химически привитых к непроницаемой поверхности. Модификация различных поверхностей за счёт покрытия полимерными щётками позволяет значительно улучшить их трибологические свойства, снижая трение между поверхностями на несколько порядков. В качестве привитых цепей могут выступать не только цепи линейного строения, но также и разветвлённые, в частности, гребнеобразные макромолекулы. Взаимодействие полимерных щёток, и, как следствие, возникающее между ними трение можно регулировать, варьируя архитектуру прививаемых полимеров.

Систематические теоретические исследования трибологических свойств полимерных щёток из гребнеобразных полимеров практически отсутствуют. Поэтому целью настоящей работы является изучение влияния степени разветвлённости привитых макромолекул на коэффициент трения взаимодействующих щёток.

Проведено численное моделирование полимерных систем, состоящей из плоских противоположно расположенных полимерных щёток, погружённых в низкомолекулярный растворитель. Варьировалась степень полимеризации, плотность прививки, качество растворителя и архитектура гребнеобразных молекул. В качестве инструмента исследования применялся одноградиентный численный метод Схойтенса-Флира в рамках крупнозернистой решеточной модели.

Показано, что при одинаковой степени полимеризации, плотности прививки и приложенном нормальном давлении с увеличением разветвлённости макромолекул уменьшается ширина зоны перекрытия щёток и сила трения, противодействующая латеральному сдвиговому напряжению. Данное качественное поведение сохраняется, как в условиях хорошего, так и в условиях плохого растворителя. Полученные результаты позволяют прогнозировать трибологические свойства полимерных щёток путём контролируемого синтеза привитых гребнеобразных макромолекул.

Работа выполнена при поддержке Российского Научного Фонда, грант № 23–13–00174

УДК: 537.6

Мишурина Татьяна Романовна

Наблюдение релаксации доменной структуры поверхности магнетика TbFe₉Ti методом магнитно-силовой микроскопии

Научный руководитель: Е.М. Семенова

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра физики конденсированного состояния

В работе приведены результаты исследования поверхности ферромагнитного соединения TbFe₉Ti методом магнитно-силовой микроскопии (МСМ). Показано, что доменная структура поверхности шлифа после механической полировки имеет сложную конфигурацию, которая не соответствует типу магнитокристаллической анизотропии (МКА) этого соединения при комнатной температуре. При комнатной температуре этот состав характеризуется наличием магнитного упорядочения с МКА типа «легкая ось» [1]. Однако, форма доменов, выявленная методом МСМ на призматической плоскости кристалла (рис. 1 а), представляет собой структуру полос (основных доменов), промодулированных более тонкой полосовой структурой, ориентированной перпендикулярно. Появление такой ДС является следствием механических напряжений, внесенных в процессе подготовки поверхности. Выявить основные домены методом МСМ на этом же участке удастся при сканировании на высоте, превышающей высоту полей рассеяния поверхностных доменов. Изображение (рис. 1 б) получено на высоте 2500 нм. Ширина основных доменов составляет в среднем 15 мкм. В работе обсуждаются причины формирования напряженного слоя на поверхности магнетика и механизм релаксации.

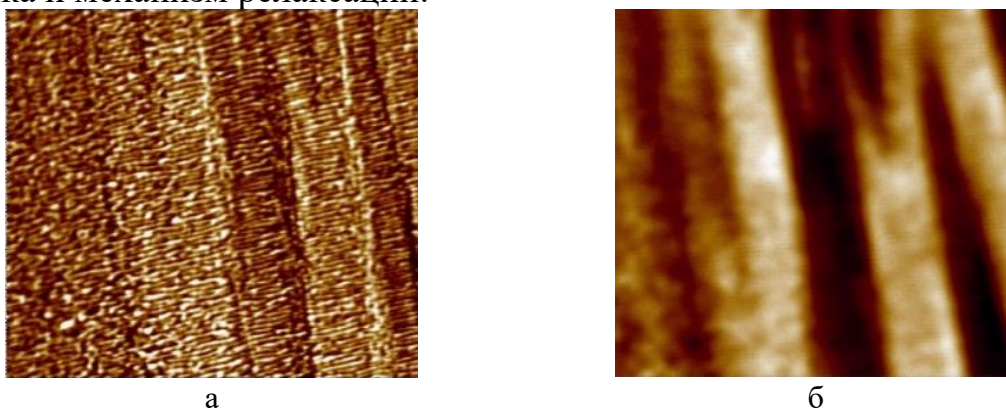


Рис.1. МСМ-изображение полей рассеяния доменной структуры TbFe₉Ti (масштаб изображений 100 мкм).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Kazakov A.A., Kudrevatykh N.V., Markin P.E. Magnetic properties of TbFe₁₁Ti single crystal // Journal of magnetism and magnetic materials. 1995. V. 146. I. 1-2. P. 208-210.

УДК 678.067.5

Мусов Х.В., Слонов А.Л., Жанситов А.А., Глупов А.Ф., Афаунов
Ш.А., Мусов И.В.

Исследование влияние дискретных углеродных волокон на физико-механические свойства ПА-6

Научный руководитель: С.Ю. Хаширова

Кабардино-Балкарский Государственный университет им. Х.М. Бербекова, г. Нальчик
Центр прогрессивных материалов и аддитивных технологий

Разработка техники нового поколения тесно связана с созданием и внедрением полимерных композиционных материалов, сочетающих высокие прочностные характеристики, износостойкость с малым весом в широком интервале рабочих температур. Перспективной матрицей для получения таких композитов является ПА-6, возможности которого как связующего к настоящему времени еще не исчерпаны.

В работе представлены результаты исследования влияния дискретных углеродных волокон (УВ) на физико-механические свойства ПА-6.

Установлены зависимости физико-механических свойств от содержания углеволокна. Определены оптимальные концентрации наполнителя, обеспечивающие высокие физико-механические свойства с сохранением ударной вязкости. Показано, что увеличение концентрации УВ приводит к равномерному повышению механических свойств ПА-6. Так прочностные характеристики повышаются в среднем на 140 % при добавлении УВ до 30 масс. %, наблюдается и незначительное повышение твердости.

Особое внимание уделено влиянию УВ на износостойкость ПА-6. Выявлена возможность варьирования износостойкости композитного ПА-6 в широких пределах в зависимости от содержания углеволокна, получены композиты, износостойкость которых в 1,5 - 1,8 раза выше исходной полимерной матрицы, что открывает новые возможности импортозамещения в области изготовления изделий, подвергающихся интенсивным механическим нагрузкам для различных стратегических отраслей промышленности.

УДК 543.32/.34

Назарова Полина Алексеевна

Сравнительный анализ микроэлементного состава воды родников д. Каменка и д. Вашутино

Научный руководитель: В.М. Никольский

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра неорганической и аналитической химии, студентка 5 курса

Контроль качества воды природных источников, используемых местным населением, является важным фактором сохранения здоровья людей на долгие годы. Сбалансированность минерального питания живого организма зависит как от состава потребляемой пищи, так и от растворителя, т.е. воды, с помощью которой этот организм переводит пищу в усвояемое состояние.

При экологической оценке качества воды особое внимание следует уделять соотношению натрий/калий. Установлено, что самым комфортным балансом востребованных живым организмом щелочных металлов (натрия и калия) в питьевой воде является соотношение 10 : 1 [1]. В загрязненных водах это соотношение выравнивается. Вода с невысоким соотношением натрий/калий увеличивает вероятность сердечно-сосудистых заболеваний.

Дополнительно установлено, что для оптимального функционирования человеческого организма соотношение металлов, определяющих жесткость воды, кальция и магния в организме должно быть 2:1 [2]. Поэтому химический состав воды является одним из определяющих факторов элементного гомеостаза человека.

Нами осуществлен анализ воды из родников д. Каменка и д. Вашутино Калининского района Тверской области.

Установлено, что соотношение натрий/калий составляет 1 : 2. Снижение этого параметра по сравнению с комфортным балансом вызвано антропогенным фактором, приводящим к тому, что в родники поступает дополнительное количество соединений калия, как продуктов жизнедеятельности человека и домашних животных.

Нами определено, что вода обоих источников очень мягкая, а соотношение ионов кальция и магния 1:1, что повышает риск возникновения инфаркта миокарда.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Лукнер Л., Шестаков В.М. Моделирование миграции подземных вод. – М.: Недра, 1986. –208 с.
2. Патент РФ №2788746, опублик. 24.01.2023, Способ определения соотношения кальция : магний в растворах / Уварова С.С, Никольский В.М., Толкачева Л.Н., Гридчин С.Н.

УДК 536.42 : 536.911+536.912

Непша Никита Игоревич, Митинев Егор Сергеевич

О проблеме термической стабильности/нестабильности тернарных наночастиц NiPdPt

Научный руководитель: Н.Ю. Сдобняков

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра общей физики

Следуя [1] более стабильной наноструктурой будем считать ту, что разрушается или деградирует при более высокой температуре. В работе исследуются тернарные наночастицы (НЧ) Ni₂₀Pd₄₀Pt₄₀ (цифры указывают % соотношение в частице, состоящей из 3600 атомов) по методике [2] с помощью [3] и при использовании альтернативный потенциалов (EAM [4], ТВ-SMA [5]). Были определены температуры, отвечающие резкому увеличению доли нераспознанных атомов, и существованию ядра, состоящего из областей локальных ГЦК и ГПУ структур. Результаты с использованием EAM и ТВ-SMA потенциалов удовлетворительно согласуются друг с другом. Увеличение скорости нагрева позволяет увеличить температурной интервал, в котором ядро НЧ Ni₂₀Pd₄₀Pt₄₀ имеет кристаллическую структуру, а потенциал ТВ-SMA предсказывает наличие кристаллического ядра даже при T=1600 К и только дополнительный отжиг позволяет разрушить кристаллическое ядро. Такая методика может быть реализована в частности методом селективного лазерного плавления.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда
(проект № 24-23-00039, <https://rscf.ru/en/project/24-23-00039/>)*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Самсонов В.М., Сдобняков Н.Ю., Колосов А.Ю. и др. О факторах стабильности/нестабильности биметаллических наноструктур ядро–оболочка // Известия РАН. Серия физическая. 2021. Т. 85. № 9. С. 1239-1244.
2. Непша Н.И., Соколов Д.Н., Митинев Е.С., Тактаров А.А., Сдобняков Н.Ю. Сценарии структурообразования в тернарных наночастицах на основе Pd-Pt при наличии допанта Ni // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов. 2023. Вып. 15. С. 507-519.
3. Stukowski A. Visualization and analysis of atomistic simulation data with OVITO – the open visualization tool // Modelling and Simulation in Materials Science and Engineering. 2010. V. 18. I. 1. P. 015012-1-015012-7.
4. Zho X.W., Johson R.A., Wadley N.G. Misfit-energy dislocations in vapor-deposited CoFe/NiFe multilayers // Physical Review B. 2004. V. 69. I. 14. P. 144113-1-144113-10.
5. Cleri F., Rosato V. Tight-binding potentials for transition metals and alloys // Physical Review B. 1993. V. 48. I. 1. P. 22-33.

УДК 536.42 : 536.911+536.912

Непша Никита Игоревич, Тактаров Антон Алексеевич

Исследование локальных структур в тернарном наносплаве NiPdPt

Научный руководитель: Н.Ю. Сдобняков

Тверской государственной университет, г. Тверь
Кафедра общей физики

Следуя методике компьютерного эксперимента [1], исследуются локальные структуры в тернарном наносплаве NiPdPt, полученные при охлаждении. С помощью ПО [2] определены локальные структуры в конечных конфигурациях. Так при доле Ni 5% обнаружилось, что для EAM потенциала [3] наиболее характерна структура типа «icosahedra» (см. рис. 1 а), а для TB-SMA потенциала [4] – «twin structure» (см. рис. 1 б) и «penta-twinned structure» (см. рис. 1 в). При дальнейшем росте доли допанта, включения ГПУ фазы были менее упорядочены в ГЦК фазе.

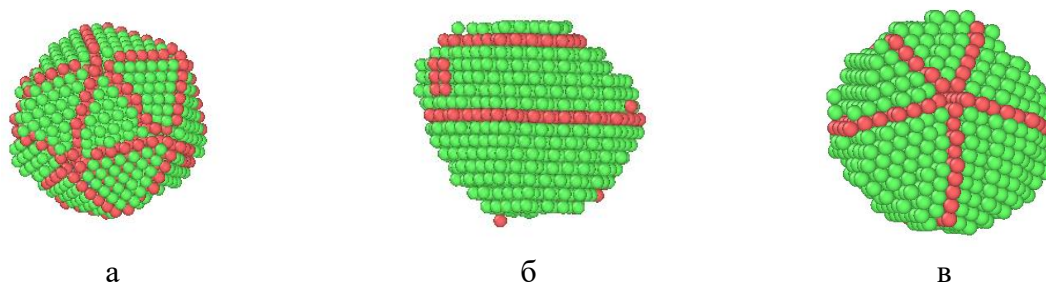


Рис. 1. Локальные структуры, образованные из ГЦК и ГПУ фаз в наночастицах NiPdPt (N=2500, доля Ni равна 5%, содержание атомов Pd и Pt одинаковое): а) EAM потенциал, б) и в) TB-SMA потенциал.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 24-23-00039, <https://rscf.ru/en/project/24-23-00039/>)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Непша Н.И., Соколов Д.Н., Митинев Е.С., Тактаров А.А., Сдобняков Н.Ю. Сценарии структурообразования в тернарных наночастицах на основе Pd-Pt при наличии допанта Ni // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов. 2023. Вып. 15. С. 507-519.
2. Stukowski A. Visualization and analysis of atomistic simulation data with OVITO – the open visualization tool // Modelling and Simulation in Materials Science and Engineering. 2010. V. 18. I. 1. P. 015012-1-015012-7.
3. Zhoë X.W., Johson R.A., Wadley N.G. Misfit-energy dislocations in vapor-deposited CoFe/NiFe multilayers // Physical Review B. 2004. V. 69. I. 14. P. 144113-1-144113-10.
4. Cleri F., Rosato V. Tight-binding potentials for transition metals and alloys // Physical Review B. 1993. V. 48. I. 1. P. 22-33.

УДК: 662.84

Носаева Валентина Сергеевна

Модификация цеолитов для синтеза 1,2-диметоксибензола

Научный руководитель: А.А. Степачёва

Тверской государственный технический университет, г. Тверь
Кафедра биотехнологии, химии и стандартизации

Вератрол или 1,2-диметоксибензол – ароматическое соединение, являющееся важным промежуточным продуктом в производстве лекарственных средств, парфюмерии и т.д. [1]. Традиционным методом получения вератрола является метилирование катехола с использованием гомогенных катализаторов (в основном метоксисульфокислот) [2]. Однако этот метод является дорогостоящим и энергоёмким. Более перспективным является гетерогенный каталитический синтез вератрола из гваякола, который протекает по реакции метилирования в присутствии цеолитов.

Гетерогенные катализаторы обладают рядом преимуществ по сравнению с гомогенными катализаторами, используемыми в традиционных методах синтеза вератрола. К таким преимуществам можно отнести высокую селективность и возможность регенерации. Недавно нами была показана возможность использования цеолитов в качестве гетерогенных катализаторов для метилирования гваякола [3]. Цеолит типа пентасила HZSM-5 показал выход вератрола около 50 % при оптимальных условиях. Для увеличения выхода целевого продукта (а именно, для увеличения активности катализатора и селективности процесса по 1,2-диметоксибензолу) была проведена модификация цеолита путем изменения соотношения Si:Al обработкой катализатора кислотами и щелочами.

Процесс обработки проводился путем смешивания цеолита с растворами NaOH и HCl различной концентрации с последующим прокаливанием при 500 °С. Вданной работе представлены результаты исследования структуры полученных образцов цеолита (удельной площади поверхности, соотношения Si:Al, кислотности), а также их каталитической активности в синтезе 1,2-диметоксибензола.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ (22-79-10096)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Хейфиц Л.А., Дашунин В.М. Душистые вещества и другие продукты для парфюмерии // М.: Химия, 1994. 256 с.
2. Fu Y., Vaba T., Ono Y. // Applied Catalysis A: General. – 1999. – Vol. 176, Is. 2. – P. 201-204.
3. Носаева В.С., Степачёва А.А. // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Химия. 2023. № 4(50). С. 15-20.

УДК: 621.382.3

Огнев Даниил Дмитриевич

Выбор селективного травителя для псевдоморфных структур

Научный руководитель: М.А. Захаров

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»,
г. Великий Новгород

Кафедра физики твердого тела и микроэлектроники

В статье описывается выбор оптимального травителя для процесса травления подзатворной области канала полевого транзистора на гетероструктуре *GaAs/AlGaAs/InGaAs* с *InGaP* слоем, ограничивающим травление. В начале работы были выдвинуты требования к травителю, а именно скорость травления, селективность и совместимость с маской для травления из электронного резиста. Были проведены экспериментальные зависимости скоростей травления (рисунок 1) *GaAs* и *InGaP* а также селективности травления для сульфатных, фосфатных и цитратных травителей. По итогу работы был выбран оптимальный травитель по параметрам, а именно времени травления и селективности травления пластин на *GaAs*.

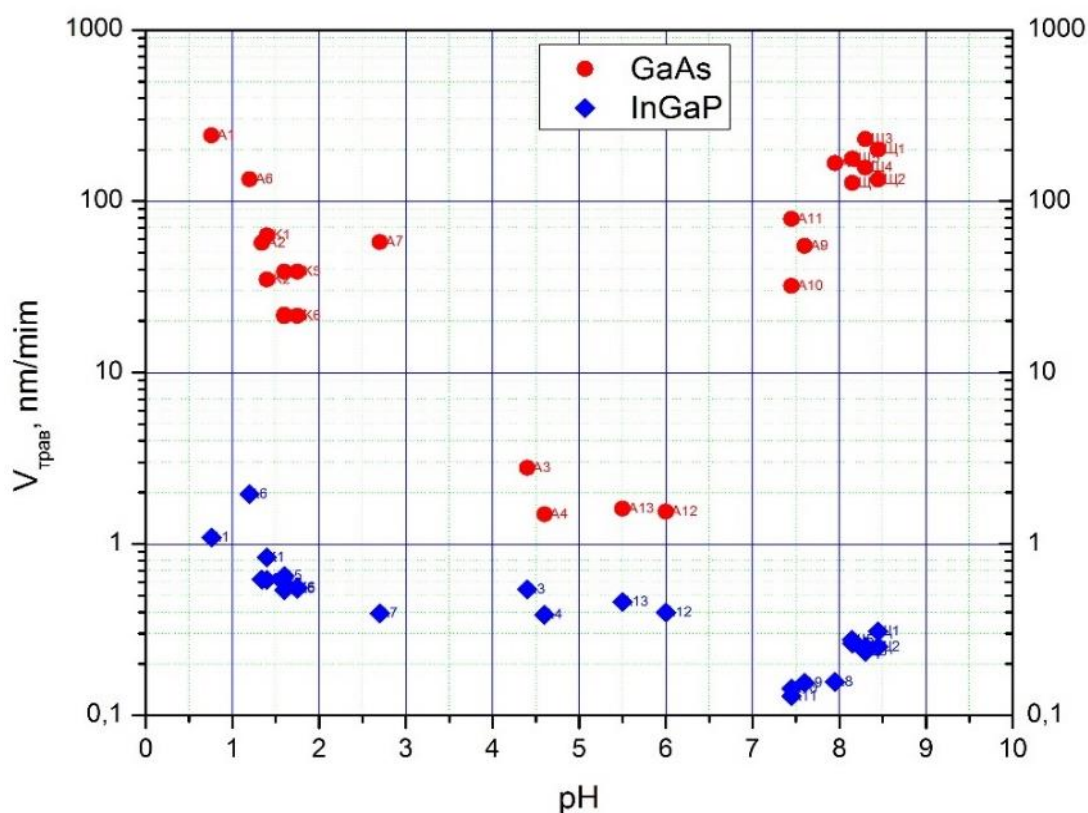


Рис. 1. Зависимость скоростей травления *InGaP* и *GaAs* от pH раствора

УДК: 547.821.3

Оликсюк Анастасия Владимировна

Синтез и физико-химические свойства метилсульфатов N-алкилпиридиния

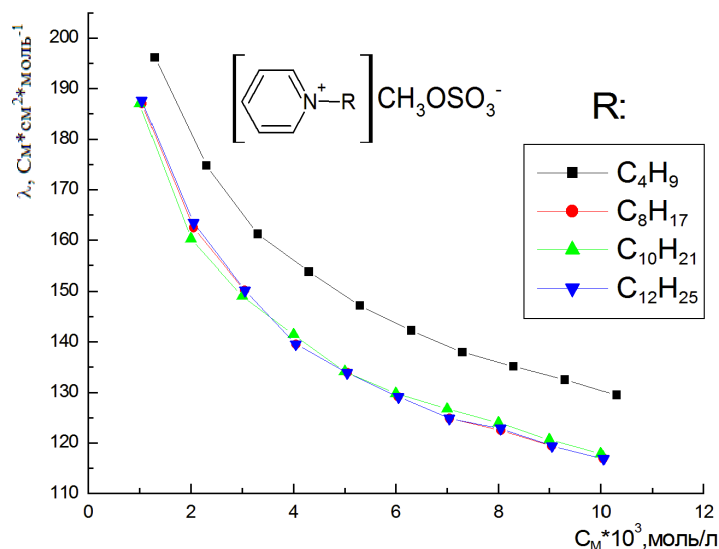
Научный руководитель: О.Е. Журавлёв

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра органической химии

Ионные жидкости (ИЖ) являются хорошими примерами неотерных растворителей, находят применение в качестве катализаторов, пластификаторов, покрытий, растворителей биомассы и электролитов для аккумуляторных батарей.

Целью данной работы был синтез и изучение электропроводности N-алкилпиридиниевых ионных жидкостей с метилсульфат-анионом. Ионные жидкости были получены из галогенидов N-алкилпиридиния, путем метатезиса галогенид-аниона на $\text{OSO}_3\text{CH}_3^-$ - анион. Исходные галогениды были получены в результате реакции алкилирования пиридина алкилгалогенидами.

Проведено кондуктометрическое исследование разбавленных растворов ИЖ в ацетонитриле. Графики зависимости эквивалентной электропроводности (ЭП) от концентрации были построены на основе расчетов и представлены на рисунке.



Зависимости эквивалентной ЭП метилсульфатов N-алкилпиридиния
в ацетонитриле от концентрации при 25 °C

Синтезированные соединения представляют собой жидкости и твердые вещества от кремового до оранжевого цвета. Хорошо растворимы в полярных органических растворителях и в воде. Структура подтверждена данными ИК-спектроскопии.

УДК 628.473.45

Орлов Владимир Владимирович

Применения биологической конверсии при глубокой переработке лигноцеллюлозного сырья

Научный руководитель: Е.В. Ожимкова

Тверской государственный технический университет, г. Тверь
Кафедра биотехнологии, химии и стандартизации

Современные промышленные продукты, полученные путем переработки ископаемого топлива, представляют серьезную угрозу глобальным запасам природных ресурсов. Прилагаются большие усилия по увеличению доступности не утилизируемой биомассы растений в качестве альтернативного сырья и снижению загрязнения окружающей среды с целью устойчивого развития биоэкономики [1].

Использование отходов биомассы на биоперерабатывающих заводах имеет значительный потенциал для производства биотоплива, органических удобрений и ряда ценных биологических веществ [2]. Сложно переоценить необходимость исследований и разработок современных технологий биопереработки, позволяющих эффективно эксплуатировать биоресурсы и снижать конечную себестоимость продукта.

Остро стоит проблема переработки отходов льнозаготовки в Центральном районе России. Биоконверсия методом компостирования – это экологически чистый и устойчивый метод преобразования сельскохозяйственных отходов в коммерческие продукты, в аэробных или анаэробных условиях с помощью микроорганизмов и их ферментов.

Краткое описание схемы получения биокомпостов на основе отходов переработки льна включает следующие этапы: измельчение азотсодержащего растительного сырья; предварительная обработка отходов льнозаготовки; смешивание костры льна / льняной половы с источником азота и микробиологическим препаратом, увлажнение полученной смеси; созревание компоста и регулярный отбор проб для контроля процесса биоконверсии. Предварительная УЗ-обработка льняной костры и половы показала увеличение скорости биологического разложения лигноцеллюлозы, и как следствие увеличение выхода продуктов распада.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Lee J.Y. Current status and future prospects of biological routes to bio-based products using raw materials, wastes, and residues as renewable resources // *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*. 2022. Vol. 9. P. 2453-2509.
2. Awasthi M.K. Refining biomass residues for sustainable energy and bio-products: An assessment of technology, its importance, and strategic applications in circular bio-economy // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2020. Vol. 127.

УДК: 537.622

Орлов Александр Андреевич

Исследование и моделирование распределения полей рассеяния одноосных магнитных материалов

Научный руководитель: А.Ю. Карпенков

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра физики конденсированного состояния

Доменная структура ферромагнитных кристаллов выявляется в основном при помощи методов полярного эффекта Керра, порошковый осадков, индикаторных пленок и магнитно-силовой микроскопии. В последних трех методах конфигурация и контраст полученных картин структуры определяются не столько распределением вектора намагниченности внутри образца, сколько конфигурацией, величиной и градиентами полей рассеяния над поверхностью образца.

Аналитический расчет размагничивающих полей возможен в рамках магнитостатики, он связан со значительными математическими трудностями и, в связи с этим, выполнен только для нескольких простейших случаев. Однако в настоящее время разработан ряд компьютерных программ, позволяющих выполнить такие расчеты численно практически для любых моделей доменной структуры.

Целью данной работы было проведение анализа конфигурации и величины размагничивающих полей доменной структуры одноосных ферромагнетиков в магнитокристаллической анизотропией типа «легкая ось».

В работе проведены экспериментальные исследования процессов перемагничивания магнитных пленок феррита-граната методами вибрационного магнитометра и оптической микроскопии. Помимо этого, создана модель и проведены расчеты магнитных полей рассеяния системы образец - индикаторная пленка в программе COMSOL Multiphysics.

Исследования выполнены при поддержке Минобрнауки РФ в рамках выполнения государственного задания в сфере научной деятельности (проект № 0817-2023-0006).

Исследования проведены в лабораториях электронной микроскопии и магнитных материалов Центра коллективного пользования Тверского государственного университета

УДК: 664.641.2

Орловская Алина Александровна

Определение физико-химического показателя (влажность) кедровой муки

Научный руководитель: Н.А. Кудряшова

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра биохимии и биотехнологии

Семена сосны кедровой сибирской (кедровые орешки) и продукты их переработки – один из перспективных источников получения функциональных ингредиентов. Современная промышленная переработка семян сосны кедровой сибирской направлена, в первую очередь, на извлечение масла, обладающего высокой пищевой ценностью и лечебно-профилактическими свойствами широкого спектра. Побочным продуктом этого производства является кедровый шрот (мука) [1].

Шрот (мука), который остаётся после выжимания кедрового масла из ядра, перемалывается и применяется в качестве вкусовой добавки и обогатителя микроэлементами и витаминами в производстве пищевых продуктов.

Определение влажности кедровой муки осуществляется по ГОСТ 9404-88 «Мука и отруби. Метод определения влажности» [2].



Рис. Внешний вид кедровой муки

Влажность продукта (X) в процентах вычисляют по формуле:

$$X=100 \frac{m_1 - m_2}{m_1}, (1)$$

где m_1 – масса навески муки и отрубей до высушивания, г; m_2 – масса навески муки и отрубей после высушивания, г.

$$X = 100 \times \frac{5,0014 - 4,7251}{5,0014} = 5,52\%$$

Влажность кедровой муки составляет 5,5%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Муканова М.Ж. Кедровая мука как дополнительный функциональный продукт // URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-keдрovoy-muki-v-proizvodstve-mayoneza>.
2. ГОСТ 9404-88 «Мука и отруби. Метод определения влажности»

УДК: 66.092-977

Павлов Артем Сергеевич

Каталитический пиролиз отходов кофе в присутствии оксидов металлов II(A) группы

Научный руководитель: Ю.В. Луговой

ФГБОУ ВО «Тверской государственной технической университет», г. Тверь
кафедра биотехнологии, химии и стандартизации

В мире ежегодно образуется около 23 млн/тонн бытовых и промышленных отходов кофе. В настоящее время утилизация отходов производства и потребления кофе практически не ведется, что создает значительные экологические проблемы [1]. Отходы производства и потребления кофе являются возобновляемым ресурсом и могут быть использованы для получения CO_2 – нейтральных газообразных и жидких топлив, углеродных сорбентов или наполнителей, а также тепловой и электрической энергии [2].

Результаты исследования на лабораторной установке медленного пиролиза отходов кофе в присутствии оксидов металлов II(A) группы в интервале температур 450-600 °C показали, что оптимальной температурой медленного пиролиза отходов кофе является 550 °C.

Все исследуемые оксиды металлов влияли на массу газообразных и жидких продуктов медленного пиролиза отходов кофе. В случае использования в качестве катализатора CaO, а еще в большей степени MgO, наблюдалось увеличение массы газообразных продуктов за счет снижения массы образующейся жидкой фракции пиролиза. Напротив, в случае использования BaO наблюдалось незначительное увеличение массы жидких продуктов по сравнению с некаталитическим процессом. Применение в качестве катализатора MgO приводило к наибольшему увеличению объема газообразных продуктов пиролиза по сравнению с некаталитическим процессом.

В присутствии всех исследованных оксидов металлов наблюдалось увеличение концентрации углеводородов C_1 - C_4 в составе пиролизных газов, причем по влиянию на концентрацию метана в газообразных продуктах исследуемые оксиды металлов можно расположить в ряд по убыванию: CaO > BaO > MgO > некаталитический процесс.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Duncan Pike. What Goes Around: How Coffee Waste Is Fueling a Circular Economy. October 9, 2018
URL: <https://dailycoffeenews.com/2018/10/09/what-goes-around-how-coffee-waste-is-fueling-a-circular-economy/> (дата обращения: 01.10.2023)

УДК 544.18

Павлов Александр Владимирович

Экспериментальное и теоретическое исследование ИК спектра натриевой соли цефотаксима

Научный руководитель: В.Г. Алексеев

Тверской государственной университет, г. Тверь
Кафедра неорганической и аналитической химии

Цефотаксим – лекарственное средство, полусинтетический антибиотик группы цефалоспоринов III поколения, широкого спектра действия, для парентерального введения, используемый для лечения ряда бактериальных инфекций. Молекула цефотаксима интересна тем, что содержит несколько карбонильных групп, которые дают близко расположенные интенсивные полосы поглощения в ИК спектре. При этом отнесение каждой полосы к определённой группе достаточно затруднительно. Решение этой задачи может быть найдено с помощью квантово-химического расчёта структуры исследуемой молекулы и её ИК спектра методом DFT.

Экспериментальный спектр натриевой соли цефотаксима был записан с помощью прибора Vertex 70 для образца в виде таблетки с KBr. Полученные значения волновых чисел, представленные в таблице, хорошо согласуются с литературными данными [1]. Расчёт геометрии аниона цефотаксима и его ИК спектра был проведён методом DFT / BLYP-D3 / 6-31G**++ с использованием программы Jaguar. Полученные расчётные значения волновых чисел (табл.) близки к экспериментальным данным.

Таблица.

Волновые числа полос поглощения в ИК спектре натриевой соли цефотаксима

Колебание	Волновое число, см ⁻¹		
	Экспериментальные данные	Литературные данные	DFT расчёт
$\nu(\text{C}=\text{O})$ β -лактам	1759	1759	1773
$\nu(\text{C}=\text{O})$ сложный эфир	1730	1730	1688
$\nu(\text{C}=\text{O})$ амид	1649	1647	1671
$\nu(\text{C}(\text{O})\text{O}^-)_{\text{as}}$	1610	1608	1614

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Consorti L.P. Green Method for Quantification of Sodium Cefotaxime in Lyophilized Powder by Infrared Spectroscopy / L.P. Consorti, H.R.N. Salgado // Journal of Pharmaceutical Sciences & Emerging Drugs. – 2017. – V. 5. – №1. – P. 6.

УДК 537.226.4

Павлов Дмитрий Алексеевич

Релаксационные процессы в ниобийсодержащих кристаллах титаната бария

Научный руководитель: Н.Н. Большакова

Тверской государственной университет, г. Тверь
Кафедра физики конденсированного состояния

В случае приложения к сегнетокристаллу постоянного электрического поля его поляризация отклоняется от равновесного состояния. Её переход в равновесное состояние происходит в течение определённого времени релаксации, которое связано с диэлектрической вязкостью и напряжённостью приложенного поля соотношением: $\tau = \beta \cdot E^{-1}$.

При приложении к кристаллу переменного поля $E = E_0 \sin \omega t$ поляризация кристалла осциллирует с той же частотой ω , отставая по фазе на угол φ , тангенс которого равен $\omega \beta E_0^{-1} \sqrt{2}$. Зависимость амплитудного значения поляризации от ω и β отражает гистерезисные явления и определяется выражением: $P_0 \cdot (\sqrt{1 + 2\omega^2 \beta^2 E^{-2}})^{-1}$, которое позволяет определить коэффициент диэлектрической вязкости кристалла β [1].

Настоящая работа поставлена с целью получения информации о процессах переключения, гистерезисных явлениях и релаксационных процессах в ниобийсодержащих кристаллах титаната бария. Содержание примеси в расплаве составляло (0,1; 0,3; 0,9) мол. %. Петли диэлектрического гистерезиса получены по методике Соьера-Тауэра [2]. Коэффициенты β рассчитаны по частным петлям гистерезиса при напряжённости переполяризующего образец поля $96 \cdot 10^3 \text{ В} \cdot \text{м}^{-1}$ и частотах 100 Гц и 200 Гц (соответствующие результаты представлены в таблице)

Nb ⁵⁺ С, мол. %	β , В·с·м ⁻¹ , f = 100 Гц	β , В·с·м ⁻¹ , f = 200 Гц
0,0	110	55
0,1	47	16
0,3	87	37
0,9	71	54

Видно, что с увеличением частоты переполяризующего поля коэффициенты диэлектрической вязкости кристаллов существенно уменьшаются. Это можно объяснить выключением доменного механизма на высоких частотах приложенного к образцу переменного поля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Рудяк В.М. Процессы переключения в нелинейных кристаллах, М., Наука, 1986. 244 с.
2. Богомолов А.А. Иванов В.В. Физика сегнетоэлектрических явлений. Тверь 2014. 160 с

УДК: 544.163.2

Плахотник Валерия Александровна

Анализ силикатобетона на содержание кальция

Научный руководитель: В.М. Никольский

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра неорганической и аналитической химии

Объект исследования: силикатобетон – особая разновидность бетона, который производится на основе извести и наполнителя с высоким содержанием кремнезема.

Целью данной работы является: определение содержания кальция в силикатобетоне.

Известь является составной частью сырьевой смеси, необходимой для изготовления силикатного кирпича и служит основным вяжущим материалом в производстве силикатобетона. В результате сложной реакции между известью и наполнителем, образуются вещества – **гидросиликаты**, которые выполняют цементирующую функцию в бетоне и обеспечивают его прочность. Кроме того, присутствие в рецептуре бетона алюминиевой пудры обеспечивает обильное выделение углекислого газа, который многократно увеличивает объем изделия при достаточном сохранении эксплуатационных прочностных характеристик. Высокие эксплуатационные характеристики ячеистому бетону придает совместное присутствие в рецептуре негашеной извести и алюминиевой пудры, которые могут образовывать соединение типа «алюминий – тоберморит». Ученые Нагойского университета установили, что присутствие тоберморита ($\text{Ca}_5\text{Si}_6\text{O}_{16}(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) повысило прочность стен АЭС Хамаока более чем в три раза по сравнению с расчетной. Это явление они уподобили процессу упрочения древнеримского бетона на основе вулканического продукта, содержащего тоберморит, в присутствии алюминиевых включений [1].

Нами осуществлен анализ кальция в силикатобетоне, обработанном царской водкой. Установлено, что в рецептуре тверского силикатобетона кальций, как основной химический элемент изделия, содержится в количестве 20%, что обеспечивает изделиям из ячеистого бетона высокие теплоизоляционные и прочностные характеристики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Marie D. J., Sean R. M., Heng C. et al. Phillipsite and Al-tobermorite mineral cements produced through low-temperature water-rock reactions in Roman marine concrete // American Mineralogist, 2017, Vol. 102, P. 1435–1450.

УДК: 536.421.1 + 536.911

Полев Олег Валерьевич

Изучение структуры моно- и бинарных металлических наноклеток

Научные руководители: Н.Ю. Сдобняков, Д.Н. Соколов

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра общей физики

Наноклетки (НК) достаточно новый объект для исследования физико-химических свойств и процессов структурообразования. В [1] рассмотрена проблема термической стабильности моно- и бинарных металлических НК, состоящих из атомов Au и Ag. Исследованы примеры структурного коллапса НК, в результате которого в ядре наночастицы идентифицируются кристаллические и квазикристаллические фазы до температуры, отвечающей плавлению для данного размера. Данную работу можно рассматривать как продолжение [1] в части изучения следующих параметров НК (в качестве примера см. рис. 1): локальной плотности атомов до и после разрушения НК, температурной зависимости изменения средней локальной плотности, а также температурной зависимости размеров (радиуса инерции, внешнего и внутреннего радиусов НК).

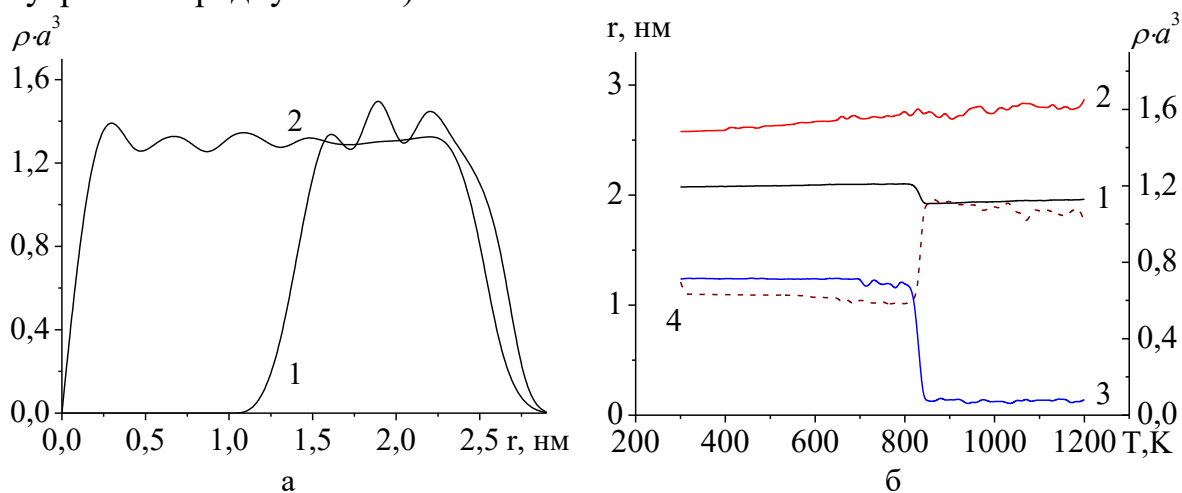


Рис. 1. Структурные параметры НК Ag₃₃₇₀ (конфигурация соответствует рис. 3 в [1]): а – приведенная локальная плотность атомов до (1) и после (2) разрушения НК (a – эффективный диаметр); б – температурные зависимости радиуса инерции (1), внешнего (2) и внутреннего (3) радиусов и приведенной локальной плотности (4) НК.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Соколов Д.Н., Полев О.В., Мясниченко В.С., Савина К.Г., Сдобняков Н.Ю. О структурной стабильности моно- и бинарных металлических наноклеток // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов. 2023. Вып. 15. С. 602-613.

УДК 577.112.3:544.774.4

Полякова Елизавета Эдуардовна

Особенности взаимодействия цистеин-серебряного золя и геля с водорастворимыми полимерами

Научный руководитель: Д.В. Вишневецкий

ФГБОУ ВО Тверской государственный университет, г.Тверь
Кафедра физической химии

Гидрогели на основе низкомолекулярных соединений являются объектом активного исследования, в частности в качестве перспективных материалов в медицине. Вследствие того, что процесс самосборки в данных системах протекает путем слабых межмолекулярных взаимодействий, такие гели, как правило, имеют низкую вязкость. Цель настоящей работы — улучшение механических свойств одной из таких систем, геля на основе *L*-цистеина и нитрата серебра, путём добавления к исходному цистеин-серебряному золю (ЦСЗ) следующих полимеров: поливиниловый спирт (ПВС), поливинилпирролидон (ПВП) и полиэтиленгликоль (ПЭГ).

Реологические испытания показали, что добавление полимеров увеличивает вязкость геля по сравнению с таковым без них. Наибольшую вязкость обнаружили у образца с ПВС. На УФ-спектрах систем было зафиксировано, что положение основных полос поглощения ЦСЗ не меняется при введении полимеров. Распределение частиц по размерам, полученным с помощью динамического рассеяния света, бимодально для всех систем. Размеры частиц незначительно увеличиваются для систем на основе ПВП и ПЭГ, а для системы на основе ПВС размер частиц увеличивается в 2-4 раза. Благодаря рН-метрии был выявлен довольно сильный сдвиг в более щелочную область при введении в исходный золь ПВС. Измерение значений дзета-потенциала показало, что при добавлении в золь полимеров они не меняются. Методом сканирующей электронной микроскопии было установлено, что только гели на основе ПВС формируют регулярную макропористую структуру. Манипуляции с гелем на основе ПВС дали возможность получить макропористую пленку, с хорошими механическими характеристиками, набуханием в воде и адгезией к кожному покрову, при этом структура ЦСЗ осталась стабильной с равномерным распределением частиц по поверхности и объему пленки. Эксперименты *in-vitro* показали, что гидрогели нетоксичны для нормальных клеток человека эмбриональных фибробластов в течение более чем трех суток, при этом даже наблюдается небольшая пролиферация клеток.

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках государственной поддержки создания и развития исследовательских центров мирового уровня "Цифровой биодизайн и персонализированное здравоохранение" (№ 075-15-2022-305)

УДК: 50.501

Попова Татьяна Олеговна

**Взаимодействие полиамфолитной нанокolloидной частицы с
полиэлектролитной щеткой: теоретическое моделирование в приближении
самосогласованного поля**

Научный руководитель: О.В. Борисов

Институт высокомолекулярных соединений Российской академии наук,
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Национальный исследовательский университет ИТМО», Центр химической
инженерии, г. Санкт-Петербург

Исследование взаимодействий полиэлектролитных щеток с глобулярными белками, которые являются полиамфолитами с рН-чувствительными группами на поверхности, представляет значительный научный интерес. Изучение таких систем мотивировано множеством практических приложений, включая адресную доставку лекарств в организме, селективное разделение белков и создание коллоидных бионанореакторов. Абсорбция белков полиэлектролитными (ПЭ) щетками может происходить на «неправильной» стороне изоэлектрической точки (ИЭТ), т. е. когда белок и щетка заряжены одноименно. Такое поведение системы позволяет сохранить ее коллоидную стабильность, а также ферментативные свойства абсорбируемых белков. Рассматриваемая модельная система состоит из плоской ПЭ щетки, цепи которой представлены сильными полиэлектролитами, несущими отрицательный заряд, и полиамфолитной коллоидной наночастицы (НЧ) с заданными характеристиками: соотношением катионных и анионных групп на поверхности и их константами ионизации. Изучение описанной системы проводилось в рамках приближения самосогласованного поля Пуассона – Больцмана. В работе исследуется зависимость абсорбции НЧ щеткой на «неправильной» стороне ИЭТ. В результате работы продемонстрировано, что поглощение белка полиэлектролитными щетками эффективно при низкой и подавляется при высокой ионной силе, изменение знака заряда является необходимым, но недостаточным условием для термодинамически благоприятной абсорбции НЧ щеткой, увеличение доли анионных групп или разности между константами ионизации катионных и анионных групп на поверхности НЧ, снижает ее абсорбцию щеткой. В результате теоретического моделирования был проведен анализ влияния внешних условий среды и архитектуры щетки на взаимодействие ПЭ щетки с НЧ.

Работа выполнена при поддержке Российского Научного Фонда, грант № 23–13–00174

УДК 543.544.153+66.061.3

Ригер Екатерина Николаевна

Исследование ацетоновых экстрактов каучуков медицинского назначения методом гель-проникающей хроматографии

Научные руководители: Т.Е. Суханова, Л.В. Агибалова

ФГБУ «Научно-исследовательский институт синтетического каучука им. академика С.В. Лебедева», г. Санкт-Петербург

Использование каучуков различного происхождения – натурального и синтетического (НК и СК) в медицинской и пищевой промышленности ограничивается содержанием в них вредных примесей и/или веществ, обладающих опасными для организма свойствами, в том числе, канцерогенными. Для изготовления изделий медицинского назначения или контактирующих с продуктами питания органами здравоохранения разрешены так называемые медицинские и пищевые резины на основе НК и СК, обладающие комплексом специфических свойств, обусловленных их назначением.

В нашей работе методом гель-проникающей хроматографии (ГПХ) исследованы высушенные ацетоновые экстракты изопреновых каучуков медицинского назначения – СКИ-5 ПМ, СКИ-3 С (Стерлитамак, Россия) и натурального каучука марки SVR-10 (Вьетнам). В качестве примера на рис.1 приведены хроматограммы экстрактов СКИ-5 ПМ (а), SVR-10 (б) и СКИ-3 С (в), на которых наблюдаются узкие пики, соответствующие выделенным компонентам. На рис. 1а видны 3 пика, соответствующие молекулярным массам 2066, 688, 131 Da (для экстракта СКИ-5 ПМ). На рис. 1б наблюдаются интенсивный пик 1055 Da и плечо 1539 Da (фракции белков), а также пик 358 Da (для экстракта SVR-10). На хроматограмме экстракта СКИ-3 С (рис. 1в) обнаружены 2 пика – 407 и 129 Da и высокомолекулярный «хвост». Согласно результатам ранее проведенных ИК-исследований, наблюдаемые пики могут соответствовать стеариновой, олеиновой или линолевой кислотам.

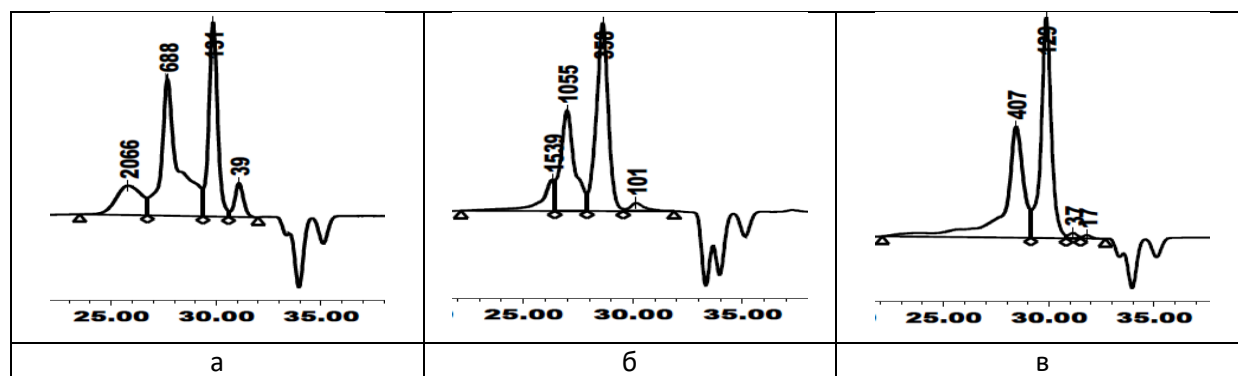


Рис. 1 – Гель-хроматограммы высушенных ацетоновых экстрактов каучуков СКИ-5 ПМ (а), SVR-10 (б) и СКИ-3 С (в).

УДК: 544.163.2

Рихмайер Артем Михайлович

Теоретический расчёт электронных параметров антрацена

Научный руководитель: Ю.Д. Орлов

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра общей физики

Антрацен является первым соединением в ряду аценов - полиароматических соединений, который обладает полупроводниковыми свойствами (рисунок 1).

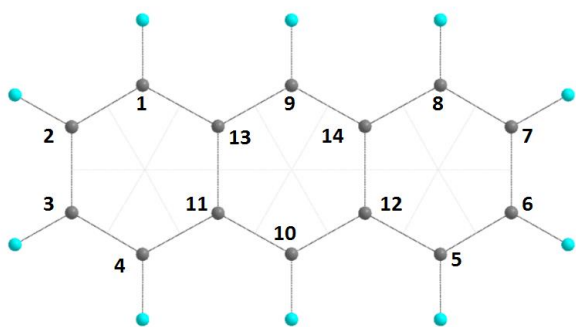


Рис. Антрацен с нумерацией углеродов

Оптимизация геометрии антрацена проведена в пакете программ Gaussian 03 методом B3LYP в базисе 6-311++G(3df,3pd). Посредством программы AIMALL были рассчитаны основные интегральные характеристики атомов антрацена: заряд ($q(\Omega)$), абсолютная энергия ($E(\Omega)$), объем ($V(\Omega)$). В таблице представлены параметры атомных групп, полученные суммированием параметров атомов, входящих в эту группу. Параметры QTAIM атомных групп антрацена подтверждают его симметрию (C_2), соответственно в таблице в одной ячейке приводятся данные для нескольких групп.

Параметры QTAIM атомных групп антрацена

Таблица.

	1СН, 4СН, 5СН, 8СН	2СН, 3СН, 6СН, 7СН	9СН,10СН	11С,12С, 13С,14С
$q(\Omega)$, а.е.	-0,000	0,002	-0,005	0,001
$E(\Omega)$, а.е.	-38,724	-38,716	-38,732	-38,122
$V(\Omega)$, Å ³	19,67	19,85	19,50	10,42

Цифрами обозначены положения атомов углерода в антрацене (см. рисунок)

QTAIM характеристики метиновых групп (СН) антрацена в положениях 2, 3, 6 и 7 совпадают с параметрами СН в бензоле. Группы СН в положениях 1, 4, 5, 8, а также атомы углерода в положениях 11, 12, 13, 14 в антрацене совпадают по QTAIM параметрам с аналогичными группами в нафталине.

Считается, что для полупроводников E_g находится в диапазоне 4.0-1.0 эВ. Ширина запрещенной зоны определяется, как разница между двумя основными состояниями молекулярных орбиталей – НОМО (высшая занятая молекулярная орбиталь) и LUMO (низшая незанятая молекулярная орбиталь): $E_g = E_{LUMO} - E_{НОМО}$. Для антрацена получена $E_g = 3,67$ эВ, что позволяет говорить о наличии полупроводниковых свойств в данном соединении.

УДК: 544.163.2

Рихмайер Мария Андреевна

Программная реализация качественного анализа систем методами нелинейной динамики

Научный руководитель: А.Н. Белов

Тверской государственной университет, г. Тверь
Кафедра общей физики

В современной науке исследователи всё чаще прибегают к методам автоматизации эксперимента посредством конверсии классических аналоговых средств измерений в виртуальные приборы, что позволяет не только заменить материальные устройства, но и разработать совершенно новые инструменты, адаптированные под конкретные задачи. Одной из наиболее приспособленных платформ для этих целей является интегрированная среда разработки LabVIEW, построенная на графическом языке программирования G. Весьма актуальным для решения прикладных задач является развитие методов хаотической динамики и разработка соответствующего программного обеспечения. Так, программно реализуя отображение Фейгенбаума [1], можно найти устойчивые неподвижные точки отображения

$$y_{n+1} = \lambda y_n (1 - y_n),$$

взятого в качестве экспериментального примера. Простейшим математическим алгоритмом качественного анализа устойчивости системы является диаграмма Ламерея, посредством которой визуализируется сходимость последовательности к динамической составляющей [2]. В представленной работе создан программный модуль для автоматического построения диаграммы Ламерея с возможностью качественной оценки сходимости. На вход модуля подается одномерный массив чисел, являющийся последовательностью поступающих данных. Визуализация отображения выполняется так, что абсцисса предыдущего состояния является ординатой следующего. Предусмотрена автоматическая настройка цветового маркера точек для отображения динамики развития.

В качестве апробации рассмотрена последовательность интервалов времени при регистрации частиц от таблетизированного источника Co_{60} . Проведенный качественный анализ показал случайный характер этих данных, на что также указывает очевидный физический смысл измерений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Карлов Н.В., Кириченко Н.А. Колебания, волны, структуры. М.: Физматлит, 2003. 496 с.
2. Кузнецов С.П. Динамический хаос М.: Изд-во Физико-математической литературы, 2006. 296 с.

УДК: 631.871

Рябчикова Алина Валериевна

Исследование антиоксидантной активности водных экстрактов, полученных из шротов растительного сырья

Научный руководитель: Е.В. Ожимкова

Тверской государственной технической университет, г. Тверь
Кафедра биотехнологии, химии и стандартизации

Окислительный стресс у растений возникает в результате действия различных неблагоприятных факторов внешней среды, которые, как правило, вызывают образование в их клетках повышенного количества активных форм кислорода (АФК), отличающихся высокой реакционной способностью. Под действием АФК происходит окислительное повреждение жизненно важных систем. В ответ на окислительный стресс у растений индуцируется антиоксидантная защитная система (АОС).

Антиоксиданты представляют собой разнообразные органические соединения, способные устранять свободные радикалы, тормозить окислительные процессы и предотвращать повреждение клеток. Эти соединения включают в себя витамины, флавоноиды, полифенолы, каротиноиды и другие.

В последние годы антиоксиданты вызывают повышенный интерес исследователей, что связано с распространением окислительных процессов и их негативных последствий в различных сферах человеческой деятельности. Их применение в растениеводстве может быть полезным для стимуляции роста растений. Антиоксиданты способствуют увеличению выносливости растений к стрессовым условиям, повышают их способность адаптироваться к изменчивым условиям окружающей среды.

В работе исследована антиоксидантная активность экстрактов, полученных из шротов растительного сырья (шрот плодов перца стручкового и шрот корня женьшеня). В ходе поисковых экспериментов варьировались соотношение «сырье:экстрагент» и продолжительность процесса. Антиоксидантная активность полученных водных экстрактов определялась перманганатным методом [1]. Экспериментально подобраны оптимальные условия проведения процесса, обеспечивающие получение экстрактов с максимальной антиоксидантной активностью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Нилова, Л.П. Определение антиоксидантной активности порошков из растительного сырья перманганатным методом // Л.П. Нилова / Торгово-экономические проблемы регионального бизнеса пространства. – 2015. – С. 118-122.

УДК 536.421.1: 536.912+536.911

Савельев Ярослав Павлович, Ломоносов Георгий Денисович

**Структурные превращения в многокомпонентных металлических наночастицах в температурном интервале фазового перехода :
молекулярная динамика и метод Монте-Карло**

Научный руководитель: Н.Ю. Сдобняков

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра общей физики

Исследуются структурные превращения в наночастицах $\text{Ag}_{500}\text{Au}_{500}\text{Cu}_{500}\text{Pd}_{500}\text{Pt}_{500}$ (нижний индекс указывает число атомов) в температурном интервале фазовых переходов, отвечающих плавлению и кристаллизации. Использован комплексный подход, апробированный в [1, 2], сочетающий метод молекулярной динамики и метод Монте-Карло. На рис. 1,2 представлена эволюция локальной структуры в наночастице $\text{Ag}_{500}\text{Au}_{500}\text{Cu}_{500}\text{Pd}_{500}\text{Pt}_{500}$ в процессах плавления и кристаллизации. В конечной стадии плавления разрушаются лишь отдельные локальные структуры (вкладки б), а в начальной стадии кристаллизации в объеме возникает гораздо больше участков локальных структур (вкладки в).

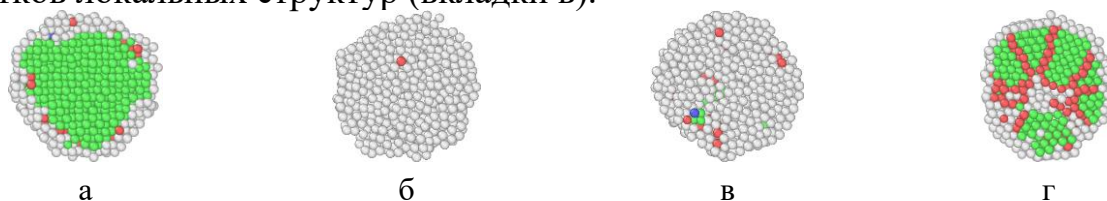


Рис. 1. Структурные превращения в наночастице $\text{Ag}_{500}\text{Au}_{500}\text{Cu}_{500}\text{Pd}_{500}\text{Pt}_{500}$ (метод молекулярной динамики): а – T_m^{start} , б – T_m^{end} , в – T_c^{start} , г – T_c^{end} (в обозначениях [1]).

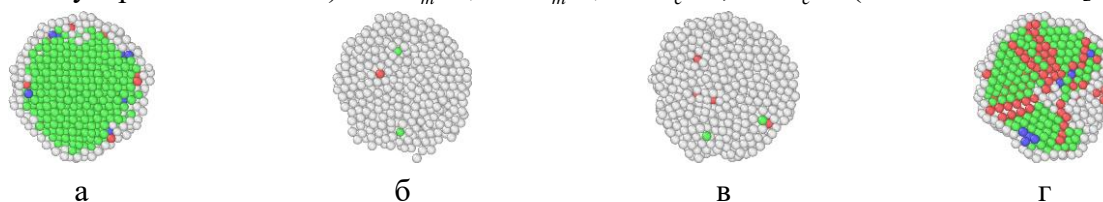


Рис. 2. То же (метод Монте-Карло).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Сдобняков Н.Ю., Колосов А.Ю. и др. Комплексный подход к моделированию плавления и кристаллизации в пятикомпонентных металлических наночастицах: молекулярная динамика и метод Монте-Карло // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов. 2023. Вып. 15. С. 589-601.
2. Сдобняков Н.Ю., Колосов А.Ю., Богданов С.С. Моделирование процессов коалесценции и спекания в моно- и биметаллических наносистемах. Монография. Тверь: Изд-во ТвГУ, 2021. 168

УДК: 544.773.32

Савенко Анастасия Олеговна

Эмульсии различного типа, стабилизированные додецилсульфатом натрия и TWEEN-80

Руководители: П.М. Пахомов, С.Д. Хижняк
Тверской государственный университет
Кафедра физической химии

Нано- и микроэмульсии представляют собой коллоидные системы, которые широко используются в различных областях медицины, парфюмерно-косметологической, пищевой, нефтяной промышленности и др. Эмульсии – это термодинамически нестабильные системы, состоящие из масла и воды, для стабилизации которых требуется эмульгатор, как правило поверхностно-активное вещество (ПАВ).

В работе исследованы эмульсии типа М/В и В/М, полученные на основе парафинового масла и воды, для стабилизации которых использовали такие ПАВ, как TWEEN-80 ($C_{64}H_{126}O_{124}$) и додецилсульфат натрия ($C_{12}H_{25}SO_4Na$), которые считаются нетоксичными и широко применяются в косметической, пищевой и фармацевтической промышленности. Цель работы – изучение с помощью оптической микроскопии влияния концентрации и соотношения исходных компонентов (парафиновое масло, вода) и ПАВ, времени диспергирования на стабильность эмульсий. Концентрацию, соотношение исходных компонентов и ПАВ в модельных системах изменяли в широком диапазоне. Стабильность эмульсий, полученных диспергированием в вибромиксере двух несмешивающихся жидкостей с добавлением ПАВ, оценивали по времени расслаивания. Дисперсность и однородность модельных эмульсий изучали с помощью микроскопа Hyperion 1000 с использованием программы “Capture”.

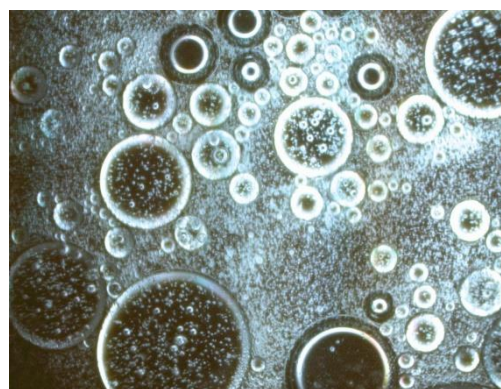


Рисунок. Изображение эмульсий различного типа. Оптический микроскоп «Hyperion 1000»

Работа выполнена на оборудовании лаборатории спектроскопии ЦКП ТвГУ.

УДК 539.21: 544.1: 620.193

Савина Ксения Геннадьевна, Григорьев Роман Евгеньевич

Об особенностях поведения локальной структуры в бинарных Ni-содержащих наночастицах в процессе избирательной коррозии

Научный руководитель: Н.Ю. Сдобняков

Тверской государственной университет, г. Тверь
Кафедра общей физики

Избирательная коррозия (ИК) находит применение как метод получения структурированных бинарных и многокомпонентных металлических наночастиц (НЧ). Процессы структурообразования в бинарных НЧ были рассмотрены нами в [1, 2]. Исследовались бинарные НЧ Ni-Pt, Ni-Al, Ni-Cr эквиатомного состава с равномерным распределением компонентов по объему с начальным числом атомов $N=3000$. Моделирование проводилось с использованием молекулярной динамики (МД) и метода Монте-Карло (МК). По мере удаления атомов Ni возрастает степень дефектности НЧ, т.е. увеличивается удельная площадь поверхности (рис. 1). Для системы Ni-Pt было характерно активное образование пор уже после удаления 400 атомов. Наблюдалась поверхностная сегрегация атомов Pt. В системах Ni-Al и Ni-Cr отсутствовал доминирующий компонент, склонный к поверхностной сегрегации.

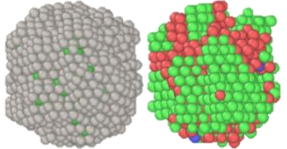
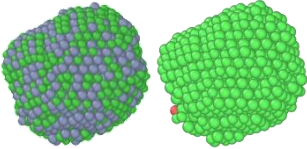
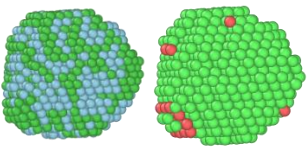
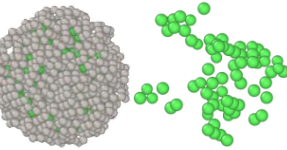
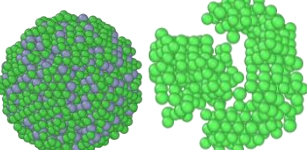
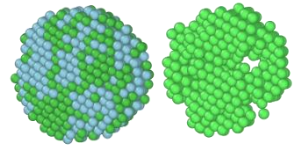
Метод	Ni-Pt	Ni-Al	Ni-Cr
МД			
МК			

Рис.1. Конечные конфигурации бинарных НЧ Ni-Pt, Ni-Al и Ni-Cr: распределение по атомам (серые атомы – платина, темно-зеленые – никель, темно-серые – алюминий, голубые – хром) – слева; по составу распознанных фаз (зеленый – ГЦК, красный – ГПУ, синий – ОЦК) – справа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Sdobnyakov N.Yu., Samsonov V.M., Kolosov A.Yu. et al. Computer simulation of dealloying in Cu-Pt nanoparticles // Journal of Physics: Conference Series. 2020. V. 1658. Art. № 012048. 6 p.
2. Savina K., Grigoryev R., Myasnichenko V. et al. Dealloying in Pt-based nanoalloys as a way to synthesize bimetallic nanoparticles: atomistic simulations // Nano-Structures & Nano-Objects. 2023. V. 34. Art. no. 100977. 7 p.

УДК 678.021

Савицкая Юлия Александровна

Исследование влияния приведённых параметров дисперсной структуры филамента на основе ABS-пластика на прочностные характеристики изделий

Научный руководитель: К.И. Харламова

МИРЭА – Российский технологический университет, институт тонких химических технологий имени М.В. Ломоносова, г. Москва

Кафедра химии и технологии переработки пластмасс и полимерных композитов

Аддитивные технологии позволяют получать сложные пространственные формы с минимальными временными и материальными затратами.

Проектирование дисперсной структуры (разбавленные системы (РС); низконаполненные (ННС); средненаполненные (СНС) и высоконаполненные (ВНС)) возможно путем использования обобщённой модели, основанной на функциональном делении полимерной матрицы на три составляющих: Θ – доля свободной полимерной части; B – доля недоступной полимерной части; M – доля полимерной части в граничном слое с толщиной δ .

Цель работы заключается в исследовании влияния приведённых параметров дисперсной структуры филамента на основе ABS-пластика на комплекс физико-механических характеристик изделий.

В ходе работы были получены филаменты на основе ABS марки POLYLAC PA-757 (Chimei corporation, Тайвань) и полых стеклянных микросфер марки MC-ВП-А9 (НПО «Стеклопластик», Россия) с разными типами структуры. Образцы получили методом FFF (FDM) 3D-печати на принтере Anyform XL250-G3 High-resolution 3D printer (Total Z, Россия).

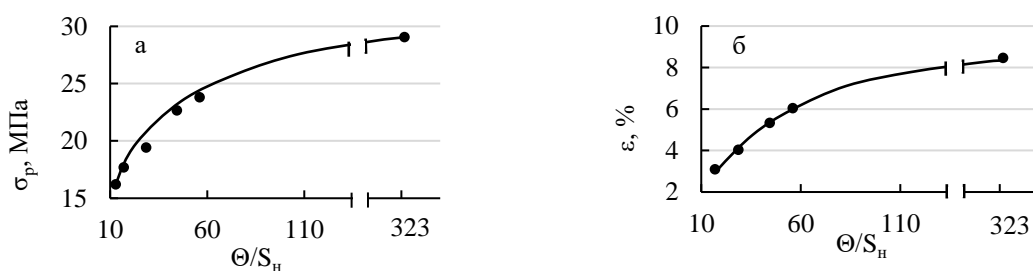


Рис. 1. Зависимость прочностных характеристик от приведённого параметра Θ/S_n : а – прочности при разрыве σ_p ; б – относительного удлинения при разрыве ϵ

Установлено, что при увеличении приведённого параметра Θ/S_n , с $\Theta/S_n = 12,86$ до $\Theta/S_n = 323,33$ прочность и относительное удлинение увеличивается на ~65% и ~83% соответственно.

УДК: 678.6

Садеков Булат Гумерович

Исследование кинетики алкоголиза поликарбоната

Научный руководитель: И.Н. Бакирова

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»,
г. Казань

Кафедра технологии синтетического каучука

Цель работы – исследование кинетики алкоголиза поликарбоната (ПК) под действием диэтиленгликоля (ДЭГ) в присутствии каталитических количеств карбоната натрия в условиях повышенных температур.

Соотношение [звено ПК]/[ДЭГ]=1/2. Контроль за процессом алкоголиза осуществляли с момента гомогенизации системы по динамической вязкости, определяемой на вискозиметре Брукфелда, при 25°C. Установлено, что химическая деструкция ПК последовательно протекает через несколько стадий (рис.). Первоначально наблюдается короткое плато с относительно высоким значением вязкости, очевидно, связанное с образованием олигомерных продуктов. Последние в дальнейшем быстро деструктируют на более мелкие фрагменты с меньшей вязкостью. На второй стадии система выходит в равновесное состояние и образующийся продукт алкоголиза поданным ИК-спектроскопии и ГХМС преимущественно представляет смесь бисфенола А и бис[2-(2-гидроксиэтокси)этил]карбоната. Снижение вязкости системы на третьей стадии связано с термодеструкцией продуктов алкоголиза второй стадии с образованием фенола, изопропенилфенола и ДЭГ.

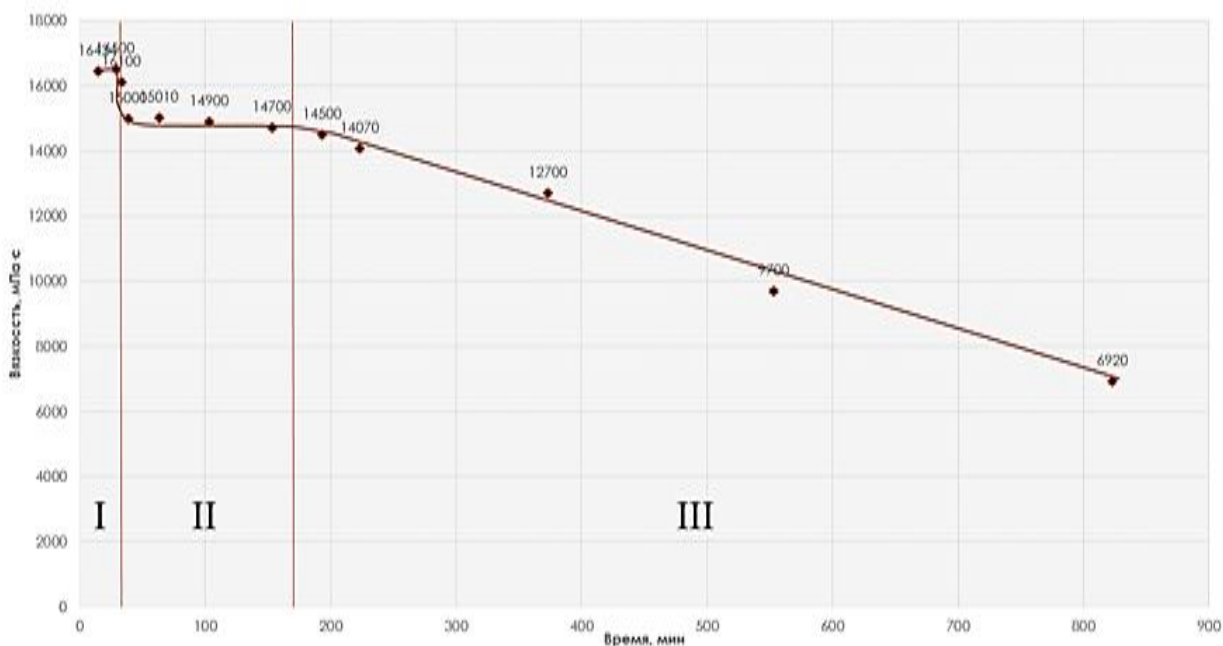


Рис. Временная зависимость вязкости продуктов алкоголиза (ПК+ДЭГ) при 180 °C.

УДК 633.494

Садертдинова Дарья Валерьевна

Технология возделывания топинамбура с применением комплексных удобрений серии Акварин

Научные руководители: З.И. Усанова, И.Н. Смирнова, М.Н.Павлов

Тверская государственная сельскохозяйственная академия, г. Тверь
Кафедра агробиотехнологий, перерабатывающих производств и семеноводства

Топинамбур (лат. *Heliánthus tuberósus* L.) - клубнеплодная многолетняя высокопродуктивная экологически пластичная культура многостороннего использования. Ценной продукцией у нее является зеленая надземная масса (ботва) и клубни.

В получении экологически безопасной продукции большее значение имеет правильное минеральное питание, как один из важнейших приемов технологии возделывания. Оно должно быть направлено на минимальное применение минеральных удобрений. Для оптимизации минерального питания в последние годы используется некорневые подкормки, различные ростостимулирующие препараты. Их роль в получении высокой урожайности топинамбура изучена недостаточно.

Цель нашей работы: изучить особенности формирования урожайности топинамбура при применении некорневых подкормок комплексными удобрениями серии "Акварин".

Объектами исследований являются: сорт Скороспелка и комплексные удобрения Акварин 3 и Акварин 5, имеющие разный состав с содержанием микроэлементов в хелатной форме.

Исследования проводили в двухфакторном полевом опыте на дерново-среднеподзолистой легкосуглинистой почве на опытном поле Тверской ГСХА в 2023 г.

Схема опыта включала факторы: А- комплексное удобрение; А₁ -Акварин 3, А₂-Акварин 5; В - некорневые подкормки: В₁ – одна подкормка, В₂ – две подкормки.

В результате выявлено, что некорневые подкормки обоими препаратами обеспечили высокие прибавки урожая. Наибольшими они были при 2-х кратных подкормках как Акварином 3, так и Акварином 5 и составили по сумме урожаев (ботва + клубни) 52,5 и 51,2 т/га или 51,6 и 50,3 %. Урожай клубней при этом равнялся 92,7 и 90,6 т/га. Некорневые подкормки повышали содержание в клубнях растворимых углеводов (сахаров) и сырого протеина.

УДК 615.322

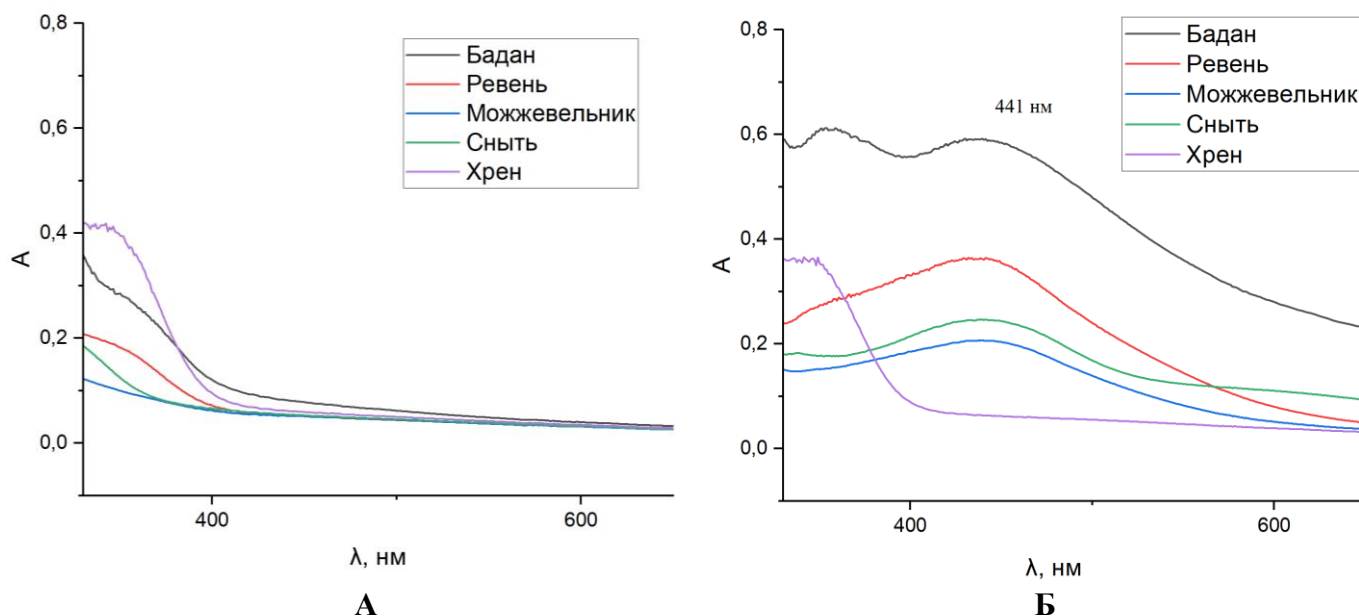
Салазкин Никита Сергеевич

Зеленый синтез наночастиц серебра и их физико-химические свойства

Научный руководитель: П.М. Пахомов

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра физической химии

Синтез наночастиц серебра (НЧС) с помощью экстрактов различных растений является перспективным, экономически выгодным методом. Важно, что наночастицы, синтезированные в экстрактах растений, обладают модифицированной поверхностью, которая может содержать органические лиганды, белки, полисахариды, многоатомные спирты и др. Целью данной работы является зеленый синтез наночастиц серебра с использованием водных экстрактов лекарственных растений (бадан, ревень, можжевельник, сныть и хрен). Основные методы исследования – спектроскопия УФ-видимого диапазона и динамическое светорассеяние. Электронные спектры свежеприготовленных экстрактов (А) и через 12 дней (Б) после добавления AgNO_3 показаны на рисунке, из которого видно, что величина поглощения и положение максимума полосы плазмонного резонанса (ППР) наночастиц серебра зависят от времени. Исключение составляет образец хрена, который в данных условиях не проявил активности в восстановлении ионов серебра. Наибольшие величины поглощения обнаружены в спектрах бадана и ревеня.



Электронные спектры свежеприготовленных водных экстрактов лекарственных растений (А) и через 12 дней (Б) после добавления AgNO_3

Данная работа выполнена на оборудовании лаборатории спектроскопии центра коллективного пользования ТвГУ

УДК: 544.773.432

Сальников Денис Вадимович

Компьютерное моделирование самосборки супрамолекулярных структур в системе на основе L-цистеина и нитрата серебра

Научный руководитель: П.М. Пахомов

Тверской государственной университет, г. Тверь
Кафедра физической химии

С фундаментальной точки зрения понимание основных принципов самосборки супрамолекулярных структур имеет решающее значение для разработки функциональных материалов с заданными свойствами, способных запрограммированного реагировать на внешнее воздействие. В этом контексте большой интерес представляет изучение водных растворов низкомолекулярных веществ – L-цистеина и нитрата серебра (ЦСР), демонстрирующих способность к поэтапной самосборке с образованием супрамолекулярных сетчатых структур.

В работе [1] была разработана мезомасштабная модель ЦСР, дополненная учетом концентрации электролита. Данная модель позволила качественно воспроизвести экспериментально наблюдаемые процессы структурной организации ЦСР. Однако, на достигнутых пространственно-временных масштабах не представлялось возможным пронаблюдать формирование сетчатой структуры в явном виде. В связи с этим, в развитие работы [1], мы выполнили дополнительное мезомасштабное моделирование при увеличении размерности системы. Полученные результаты показывают, что по мере увеличения концентрации электролита в модельной системе формируется сетчатая структура (рис.). Данный результат является прямым подтверждением корректности ранее разработанной модели и предложенного механизма самосборки в ЦСР [1].

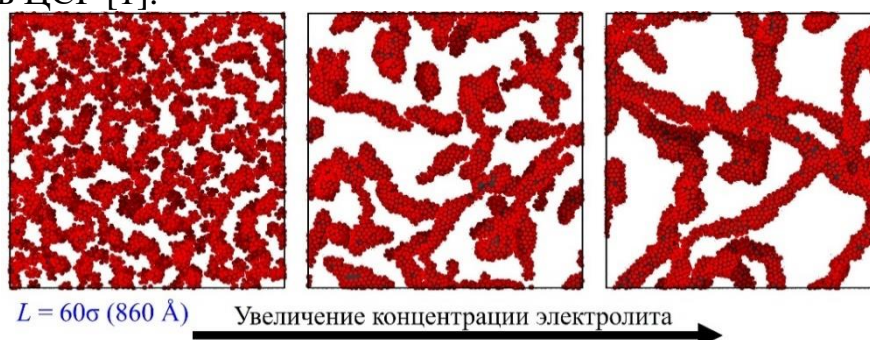


Рис. Мгновенные снимки модели водного раствора L-цистеина и нитрата серебра

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Malyshev, M.D. Self-assembly in systems based on L-cysteine–silver–nitrate aqueous solution: multiscale computer simulation / M. D. Malyshev, S. D. Khizhnyak, L. V. Zherenkova, P. M. Pakhomov, P. V. Komarov // *Soft Matter*. – 2022. – V. 18. – I. 39. – P. 7524-7536.

УДК 677.84: 677.494

Самсонова Кристина Алексеевна

Крашение метаарамидных волокнистых материалов

Научный руководитель: Т.Ю. Дянкова

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна,
г. Санкт-Петербург

Кафедра химических технологий имени проф. А.А. Хархарова

Получение широкой цветовой гаммы на огне- термостойких метаарамидных материалах на основе волокон Арлана – актуальная задача производства конкурентоспособных изделий текстильной и легкой промышленности, интерьерного текстиля и защитной одежды.

Ранее проведенными нами исследованиями выявлены благоприятные условия получения окрасок с помощью дисперсных красителей. Способ может быть реализован по периодическому режиму крашения тканей, нитей и пряжи для получения серых, зеленых, сине-зеленых, оранжевых и бордовых цветов. К ограничениям использования технологии относятся невысокие показатели устойчивости окраски к мокрым обработкам, что объясняется слабыми физико-химическими взаимодействиями между частицами дисперсного красителя и метаарамидного волокна, отличающегося высоким уровнем гидрофильности. Было показано, что введение нейтральной соли способствует агрегации красителя, в то время как присутствие в красильной ванне гидротропного агента способствует повышению доли ионизированной формы хромофорной системы.

В настоящей работе нами показана возможность применения катионного красителя в периодическом процессе крашения по одно- и двухстадийному методу.

Исследована изотерма сорбции катионного красителя волокном при температуре 100 °С в течение 30 мин в пределах концентрации красителя в растворе 2–10 % от массы волокна. Полученная зависимость интенсивности окраски $\Delta F(R)$ (меняется пропорционально концентрации красителя на волокне) от концентрации красителя в растворе соответствует изотерме Ленгмюра и характеризуется зоной насыщения, начиная от концентрации красителя в растворе 4,5 % от массы волокна. Характер изотермы свидетельствует о распределении катионов красителя по реакционным центрам волокна в отличие от дисперсного красителя, распределяющегося диффузно в соответствии с изотермой Генри-Нернста. Анализ кинетики сорбции красителя катионного подтверждают целесообразность реализации процесса периодическим методом.

УДК: 537.622

Севрюков Валерий Евгеньевич

Влияние отжига на микроструктуру и фазовый состав соединений (Gd,Sm)Co₃Cu₂

Научный руководитель: Е.М. Семенова

Тверской государственной университет, г. Тверь
Кафедра физики конденсированного состояния

В работе представлены результаты исследования микроструктуры сплавов редкоземельных интерметаллидов (Gd,Sm)Co₃Cu₂. Сплавы характеризуются коэрцитивной силой [1], величина которой определяется параметрами микроструктуры. Высокотемпературный отжиг может оказывать существенное влияние на геометрию микроструктуры, а также на стехиометрический состав фазовых составляющих. В связи с этим в данной работе выполнено экспериментальное изучение микроструктуры исходных и отожженных сплавов (Gd,Sm)Co₃Cu₂.

Сплавы были получены методом индукционной плавки, после чего были подвергнуты гомогенизирующему отжигу при 1050°C в течение 4 часов. Исследование микроструктуры и количественный анализ фазового состава образцов выполнялись на растровом электронном микроскопе (РЭМ) JEOL JSM-6610LV.

Большая часть образцов серии показали наличие вторичных фаз: 1:5 со структурой CaCu₅ и 1:7 со структурой TbCu₇. [1] Легирование Cu и сочетание Sm и Gd стабилизируют метастабильную структуру типа TbCu₇, что согласуется с данными [2]. В работе проводится анализ экспериментальных данных, полученных методом РЭМ о микроструктуре и элементном составе фазовых составляющих сплавов (Gd,Sm)Co₃Cu₂, а также обсуждаются условия формирования высококоэрцитивного состояния в сплавах рассматриваемого типа.

Исследования проведены в лабораториях электронной микроскопии и магнитных материалов Центра коллективного пользования Тверского государственного университета

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Севрюков, В.Е. Магнитный гистерезис сплавов Sm_{1-x}Gd_xCo₃Cu₂ / В.Е. Севрюков, О.Б. Дегтева, А.Ю. Карпенков, А.И. Иванова, Е.М. Семенова // Вестник Московского Университета. Серия 3. ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ. – 2023. – Т. 78. – № 5. – Р. 2350501-1-2320501-4.
2. Zhou, J. Structure and magnetic properties of SmCo_{7-x}Ti_x with TbCu₇-type structure / J. Zhou, I.A. Al-Omari, J.P. Liu, D.J. Sellmyer // Journal of Applied Physics. – 2000. – V. 87. – I. 9. – P. 5299-5301.

УДК 621.316.925 + 535.32: 621.378

Селезней Александр Игоревич

Реализация цифрового фильтра для обработки рефлектометрических данных

Научный руководитель: В.В. Макаров

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра общей физики

Измерения, проводимые с помощью оптических импульсных рефлектометров, являются неотъемлемой частью монтажа и эксплуатации волоконно-оптических линий связи, так как они позволяют оценить качество этих линий. Основные параметры волоконно-оптических линий связи определяются с помощью рефлектометрических измерений. Обычно в описаниях оптических рефлектометров подробно рассматриваются методы измерения. Кроме того, фильтрация данных является важной составляющей этих измерений, так как позволяет повысить точность получаемых результатов. В результате работы были реализованы дискретный фильтр Калмана [1] и фильтр Савицкого-Голея [2] на языке python. В процессе создания кода были исследованы реальные данные. В случае участков рефлектограмм без резких изменений (отсутствуют отражения от механических соединений в оптических разъемах) результат обработки фильтрами очень похожи. Однако, при наличии резких отклонений в экспериментальных данных при обработке фильтром Савицкого-Голея (рис. 1) наблюдаются аномалии в местах резких отклонений, при обработке фильтром Калмана (рис. 2) такого нет.

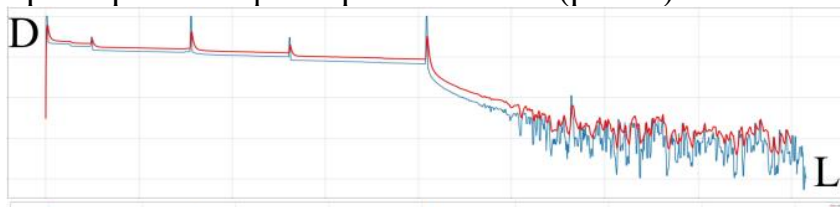


Рис. 1*. Пример работы фильтра Савицкого-Голея

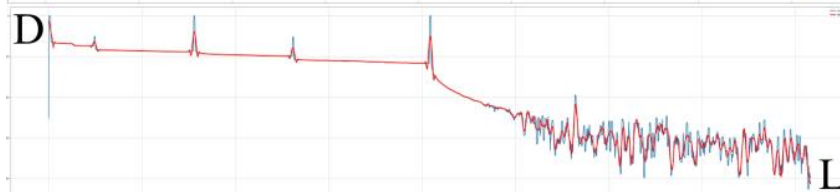


Рис. 2*. Пример работы фильтра Калмана.

*Обозначения: D – уровень потерь в децибелах, L – расстояние от рефлектометра до тестируемого участка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Kalman R.E. A new approach to linear filtering and prediction problems // Transactions of the ASME–Journal of Basic Engineering. Series D. 1960. V. 82. I. 1. P. 35-45.
2. Никонов А.В., Давлетшин Р.В., Яковлева Н.И., Лазарев П.С. Фильтрация методом Савицкого-Голея спектральных характеристик чувствительности матричных фотоприемных устройств // Успехи прикладной физики. 2016. Т. 4. № 2. С. 198-205.

УДК 536.421.1 + 536.911

Серов Сергей Викторович, Вересов Сергей Александрович

Сегрегационное поведение компонентов в четырехкомпонентных металлических наночастицах

Научный руководитель: Н.Ю. Сдобняков

Тверской государственной университет, г. Тверь
Кафедра общей физики

Переход от однокомпонентных к многокомпонентным наносистемам порождает вариативность сценариев структурообразования в процессе их охлаждения [1, 2]. Методы атомистического моделирования, в частности метод Монте-Карло [3], в сочетании с адекватно подобранным потенциалом [4] позволяют прогнозировать структурные мотивы исследуемых наночастиц (НЧ). В данной работе исследуются четырехкомпонентные НЧ Au-Cu-Pd-Pt различного состава. Установлено, что атомы, входящие в состав НЧ, проявляют особенности в сегрегационном поведении (рис. 1).

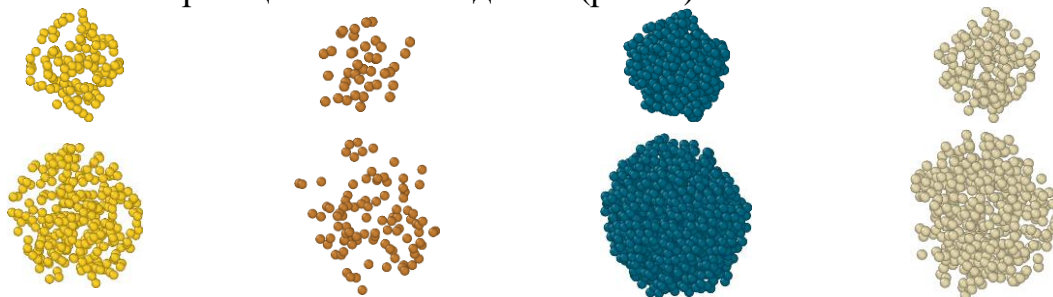


Рис. 1. Пространственное распределение атомов в НЧ Au₁₂₀-Cu₄₀-Pd₄₈₀-Pt₁₆₀ (верхний ряд) и Au₃₀₀-Cu₁₀₀-Pd₁₂₀₀-Pt₄₀₀ (нижний ряд). Здесь желтые атомы – золото, коричневые – медь, серые – платина, темно-зеленые – палладий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Вересов С.А., Савина К.Г. и др. К вопросу изучения процессов структурообразования в четырехкомпонентных наночастицах // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов. 2022. Вып. 14. С. 371-382.
2. Колосов А.Ю., Савина К.Г. и др. Сценарии структурообразования в четырехкомпонентных наночастицах: атомистическое моделирование // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов. 2023. Вып. 15. С. 432-443.
3. Свидетельство № 2019661915 Российская Федерация. Metropolis / Д.Н. Соколов, Н.Ю. Сдобняков, А.Ю. Колосов, П.М. Ершов, С.С. Богданов; заявитель и правообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тверской государственной университет».
4. Cleri F., Rosato V. Tight-binding potentials for transition metals and alloys // Physical Review B. 1993. V. 48. I. 1. P. 22-33.

УДК 541.49:581.1

Симшаг Юлианна Викторовна

Влияние молибденсодержащего хелатного комплекса на семенную урожайность сортов гороха

Научные руководители: О.В. Шилова, Т.И. Смирнова

Тверская государственная сельскохозяйственная академия, г. Тверь
Кафедра агрохимии, земледелия и лесопользования

Молибден – необходимый микроэлемент для растений, поскольку способствует образованию хлорофилла; повышает содержание витаминов и сахаров в плодах; ускоряет восстановление нитратов, ограничивая их накопление в овощной продукции; содействует появлению клубеньков у бобовых, фиксирующих атмосферный азот; входит в состав ферментов, помогая развитию культур и созреванию семян и др. Поэтому применение молибденовых комплексов (особенно на основе янтарной кислоты) необходимо для улучшения качества растениеводческой продукции. В связи с этим целью исследований стало изучение эффективности применения разных форм молибденсодержащих соединений в посевах гороха. Схема опыта включала варианты с внекорневой обработкой молибденсодержащими растворами на разных фонах питания растений $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ или Мо-ЭДДЯК – комплексонат молибдена). Опытной культурой был горох посевной сорта Рокет, растения которого опрыскивали исследуемыми растворами с концентрацией $1,26 \cdot 10^{-5}$ моль/л в объёме 100 мл/м². В ходе проведения опыта обнаружено, что максимальным суммарным количеством фотосинтетических пигментов среди удобренных вариантов отличался вариант с комплексонатом молибдена (119 мг/100 г листьев), а минимальным – вариант с минеральными удобрениями без опрыскивания растений (109 мг/100 г листьев). Указанная закономерность выявлена и при анализе листьев на содержание каротиноидов.

Применение Мо-ЭДДЯК на минеральном фоне способствовало получению максимальной урожайности и прибавки урожая гороха по отношению к контролю: 26 ц/га и 10 ц/га. Внекорневая подкормка растений раствором Мо-ЭДДЯК на неудобренном фоне позволила увеличить количество белка на 1,5% по отношению к контролю и на 0,8% по сравнению с $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$. При использовании Мо-ЭДДЯК на минеральном фоне содержание белка в семенах гороха возросло до 21,5%, что на 1% больше по сравнению с использованием $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ на удобренном фоне. Следовательно, опрыскивание растений хелатированным молибденом (Мо-ЭДДЯК) на разных фонах питания растений способствует заметному увеличению фотосинтетических пигментов в листьях, урожайности гороха, а также количества белка в семенах по сравнению с молибдатом аммония.

УДК 635.12:631.81

Сироджов Юсуфджон Махмадуллоевич

Влияние расчетных доз удобрений и хелата цинка на продуктивность брюквы

Научный руководитель: Ю.С. Королёва

ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, г. Тверь
Кафедра растениеводства и технологий переработки льна

Брюква содержит большое количество макро- и микроэлементов и может служить ценным кормом для сельскохозяйственных животных. Поэтому в 2023 году были проведены исследования в полевом 2-х факторном опыте с целью изучить влияние расчетных доз макроудобрений и хелата цинка на урожайность брюквы сорта Красносельская.

Схема опыта включала варианты: фактор А – фон минерального питания: 1 – без удобрений; 2 – NPK на урожайность 50 т/га; фактор В – корневая подкормка микроудобрениями: 1 – 0; 2 – хелат цинка.

Корневая подкормка хелатом цинка способствовала продлению фотосинтезирующей способности листьев. Площадь листьев агроценоза брюквы при применении хелата цинка была выше на 32 % при внесении NPK по сравнению с контролем. Так, к уборке масса листьев агроценоза составила в среднем по фону 23,6 т/га при внесении удобрений и 16,6 т/га без их внесения. Подкормка увеличивала массу листьев на 35% на минеральном фоне и на 9% без внесения расчетных доз удобрений.

Макроудобрения увеличивали урожайность корнеплодов. В среднем по фону урожайность корнеплодов брюквы составила 37,1 т/га без удобрений и 44,6 т/га при внесении расчетных доз удобрений на запланированную урожайность. Корневая подкормка хелатом цинка увеличивала урожайность на 40% в варианте без внесения удобрений и на 43% при их внесении. Максимальная по опыту урожайность корнеплодов получена при комплексном внесении NPK и корневой подкормке - 52,5 т/га, что на 2,5 т/га выше запланированной.

Наибольшее количество сухого вещества содержалось в корнеплодах к уборке на минеральном фоне. Высокий урожай сухой фитомассы сформировался на минеральном фоне 5,8 т/га в среднем по вариантам, что на 0,4 т/га выше, чем на контроле.

Таким образом, в условиях 2023 года применение расчетных доз макроэлементов и корневой подкормки микроэлемента (хелат цинка) оказало существенное влияние на получение запрограммированной урожайности корнеплодов брюквы. Хелат цинка оказался наиболее эффективным на удобренном фоне, что позволило сформировать 52,5 т/га корнеплодов.

УДК 678, 677.017

Склярова Анна Сергеевна

Прочностные свойства синтетических комплексных нитей и полотен из сверхвысокомолекулярного полиэтилена

Научный руководитель: В.В. Васильева

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, г. Санкт-Петербург

Одними из важнейших свойств любых материалов являются их физико-механические свойства. В данной работе были исследованы деформационно-прочностные характеристики нитей и полотен, изготовленных на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена.

Объекты исследования были предоставлены предприятием НПО «Спецматериалы», г. Санкт-Петербург. На предприятии нити из сверхвысокомолекулярного полиэтилена используют в качестве сырья для производства средств индивидуальной защиты – бронежилетов и шлемов.

В работе были изучены прочностные характеристики нитей линейной плотностью 87 текс и полотен из СВМПЭ с поверхностной плотностью 80 г/м² и 160 г/м².

В результате испытания были получены диаграммы растяжения, а также графики зависимости текущего модуля жёсткости от деформирования. Графики продемонстрировали равномерное падение текущего модуля, что свидетельствует о молекулярно-деструкционных процессах во всём диапазоне растяжения. Снижение текущего модуля можно объяснить разрывами связей в основной цепи макромолекулы, а также продёргиванием молекулярной цепи через кристаллит. Полученный предел прочности нитей 3,1 ГПа.

Испытания полотен проводились при тех же условиях растяжения, что и нити. Виды и характер диаграмм полотен повторяют характер диаграммы растяжения нити, значения разрывной деформации совпадают, однако разрывные напряжения в четыре раза меньше. Это объяснимо неравномерностью поперечного сечения в полотнах, наличием пор и пустот, а также внутренней деструкцией, возникшей в результате технологической переработки материала.

УДК 577.1:543.422.27

Смирнова Ксения Александровна

Процессы самоорганизации в глицин-серебряном растворе при добавлении поливинилового спирта и под воздействием УФ излучения

Научный руководитель: П.М. Пахомов

Тверской государственной университет, г. Тверь
Кафедра физической химии

Самоорганизация лежит в основе получения большого количества динамических, многокомпонентных систем из простых молекул. Ранее были исследованы водные растворы на основе глицина и нитрата серебра (глицин-серебряный раствор – ГСР). ГСР обладал фоточувствительными свойствами, но, в отличие от цистеин-серебряного раствора (ЦСР), супрамолекулярный гель в нем не образовывался. Для получения пленок на основе ГСР в раствор был добавлен водорастворимый полимер – поливиниловый спирт (ПВС). В данной работе поставлена задача изучить процесс самоорганизации в ГСР и в ГСР при добавлении ПВС с целью получения пленок, обладающих повышенными бактерицидными свойствами. Полученные растворы и пленки могут найти применение в медицине, например, как средство для заживления ран. Для повышения бактерицидных свойств растворы и пленки дополнительно подвергались УФ облучению.

В работе использованы следующие реактивы: глицин (99,9%) фирмы «Panreac» и нитрат серебра (99,8%) фирмы «Acros», ПВС фирмы «НеваРеактив» 16/1 1с. $\overline{M}_w=50000$. Все растворы готовили на дистиллированной воде. Рабочие концентрации водных растворов глицина и AgNO_3 – 0.01 М, ПВС – 2%. Электронные спектры растворов регистрировали с помощью спектрометра «EvolutionArray». Облучение раствора проводилось с помощью ртутно-кварцевого излучателя ОКН-11М с ртутно-кварцевой лампой ДРТ 240 (мощность: 280 Вт, диапазон длин волн: 220-400 нм). Формирование агрегатов в образцах изучали с помощью метода ДСР на приборе «ZetasizerNanoZS».

В растворе ГСР+ПВС наблюдается появление розовато-коричневой окраски после УФ облучения, что обусловлено появлением наночастиц серебра, о чем свидетельствует выраженная полоса плазмонного резонанса в электронных спектрах образцов. Обнаружено, что раствор ГСР+ПВС быстрее меняет окраску под воздействием УФ излучения, чем ГСР, что свидетельствует о влиянии ПВС на процессы восстановления серебра.

Работа выполнена на оборудовании Центра коллективного пользования Тверского государственного университета

УДК 620.30

Смирнова Мария Павловна

Получение коллоидных растворов наночастиц серебра

Научный руководитель: Е.В. Кудрявцева, А.А. Буринская

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна,
г. Санкт-Петербург
Кафедра химических технологий им. А.А. Хархарова

Существует многочисленное количество методов синтеза наночастиц серебра, но наиболее распространенным является восстановление ионов серебра Ag^+ в водных растворах. Образовавшиеся наночастицы обладают гидрофобными свойствами в результате чего агломерируют в более крупные частицы. Чтобы предотвратить данный процесс используются стабилизаторы. Стабилизирующие добавки и восстановители, а также продукты их разложения зачастую бывают токсичными. Поэтому перспективным направлением является разработка экологически безопасных методов синтеза наночастиц. В биологическом синтезе в роли стабилизаторов выступают биологические материалы, такие как низко- и высокомолекулярные биологически активные вещества (аминокислоты, спирты, полисахариды, белки и т.д.).

В настоящей работе исследован процесс синтеза наночастиц с использованием азотнокислого серебра AgNO_3 в качестве прекурсора, цитрата натрия $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$ и аминокислоты *L*-лизина (рис.).

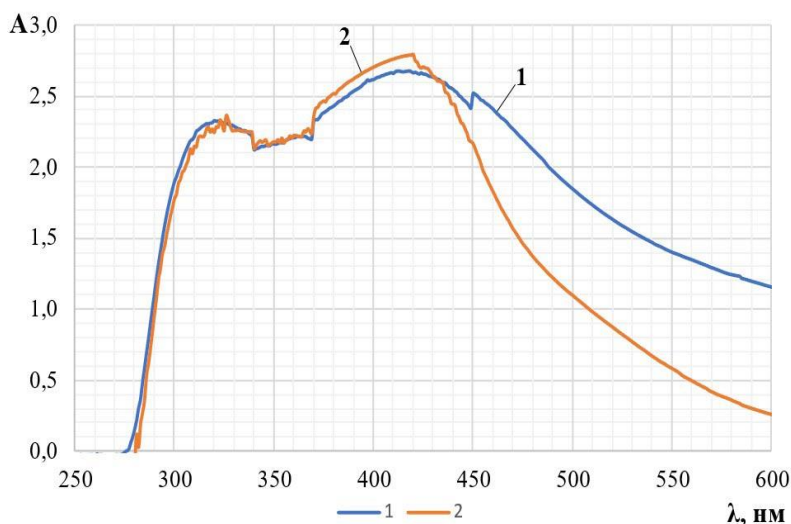


Рис.

Спектры поглощения полученных коллоидных растворов:
1 – $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$ (0,005 М) и *L*-лизин (0,07 М);
2 – *L*-лизин (0,07 М).

В ходе синтеза были получены наночастицы серебра с экстинкцией при длине волны $\lambda \approx 420$ нм, что относится к поверхностно плазмонному резонансу наночастиц серебра. Кроме того, доказана возможность использования *L*-лизина в роли восстановителя и стабилизатора. Растворы проявили стабильность в течение нескольких месяцев.

УДК:577.1:547.1

Смородинова Яна Алексеевна

Galleria Melonella – источник белка для животных

Научный руководитель: Е.А. Прутенская

Тверской государственный технический университет, г. Тверь
Кафедра биотехнологии, химии и стандартизации

На сегодняшний день актуальным направлением биотехнологии является поиск решения проблем различных сфер промышленности. Основным поставщиком пищевого белка является сельское хозяйство, однако его развитие сдерживается дефицитом кормового белка и высокоценных пищевых добавок. Более того, в ближайшее время проблема дефицита не может быть решена без изыскания дополнительных источников.

Насекомые являются высокопитательным кормовым продуктом, содержащим в себе белок, жир, клетчатку, витамины, а также микро-и макроэлементы. Более того, белок насекомых по своим свойствам и аминокислотному составу не уступает, а иногда может даже превосходить привычные и обыденные источники, такие как растительный шрот, рыбная или мясокостная мука.

Galleria mellonella или большая восковая моль – это вид молевидных бабочек, встречающихся всюду, где развито пчеловодство. В длину взрослые особи достигают 18-мм. Их гусеницы живут в ульях медоносных пчел, где питаются воском, а взрослые бабочки не питаются – у них недоразвиты ротовые органы и органы пищеварения.

В настоящей работе были проведены опыты по определению количества растворимых углеводов методом Бертрана, определение подвижных форм фосфора, количественного содержания белка, экстрагируемых веществ и зольности. Анализы все были проведены в трех параллельных анализах.

Анализ количественного содержания белка показал, что содержание белка в гусеницах большой восковой моли варьируется в пределах 14%. Также определен аминокислотный состав гусениц. Были обнаружены такие аминокислоты как лизин, пролин, аргинин. Зольность определяли путем прокаливания проб гусениц большой восковой моли в тиглях. Температура прокаливания 650 °С. Влажность гусениц – 41%.

Таким образом, можно полагать, что в будущем, из гусениц большой восковой моли станет возможным получение высокоценной добавки для внесения в рационы кормов для сельскохозяйственных животных и птиц. Например, свиней, КРС, перепелов, цыплят-бройлеров или кур-несушек.

УДК 547.333.4:543.555:544.77.051.62

Смотров Виктор Александрович

Исследование зависимости электропроводности водных растворов хлорида N-бензил-N-децил-N,N-диэтиламмония от температуры и концентрации

Руководитель: Белоцерковец Н.И.

Тверской государственный университет
Кафедра физической химии

Основные свойства поверхностно-активных веществ (ПАВ) в растворах – их адсорбция на границах раздела фаз и при определенных условиях ассоциация в объеме раствора, называемая мицеллообразованием. Важнейшими характеристиками мицеллообразующих ПАВ в растворах являются критическая концентрация мицеллообразования (ККМ) и точка Крафта ($T_{кр}$), определяющая нижний температурный предел образования мицелл.

В настоящей работе с целью определения точки Крафта и критической концентрации мицеллообразования поверхностно-активного хлорида N-бензил-N-децил-N,N-диэтиламмония в водных растворах исследована зависимость электропроводности от температуры и концентрации раствора. Результаты представлены на рисунке.

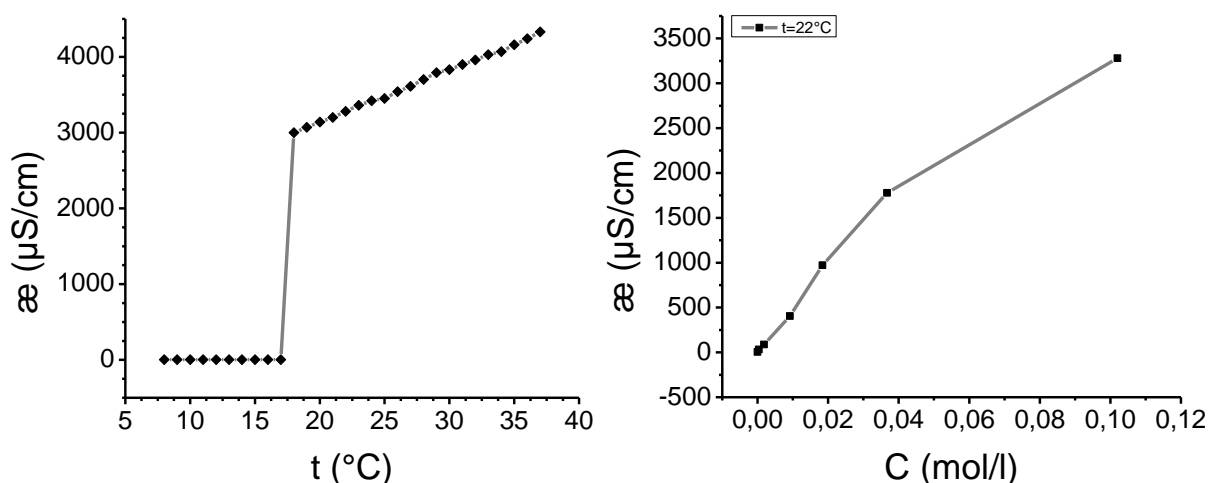


Рисунок – Зависимость удельной электропроводности (κ) раствора хлорида N-бензил-N-децил-N,N-диэтиламмония от температуры (t) и концентрации (C) раствора.

На основании полученных результатов определены следующие характеристики мицеллообразования в водных растворах хлорида N-бензил-N-децил-N,N-диэтиламмония: $T_{кр} = 17^{\circ}\text{C}$, $\text{ККМ} = 3 \cdot 10^{-2}$ моль/л (при 22°C).

УДК 631.871

Соколов Владимир Андреевич

Исследование воздействия аминокислоты пролина на стимуляцию роста растений

Научный руководитель: Е.В. Ожимкова

Тверской государственной технической университет, г. Тверь
Кафедра биотехнологии, химии и стандартизации

С целью оптимизации питания культур в сельском хозяйстве используются специальные составы, стимулирующие рост фруктов, овощей. Стимуляторы роста растений представляют собой органические препараты с содержанием биологически активных веществ: витаминов, кислот, белков, аминокислот, микроэлементов, пептидов, прекурсоров гормонов, полисахаридов.

Как известно, сами растения синтезируют аминокислоты, которые они используют, в частности, для создания белков и растительных тканей. Однако для этого процесса требуется много энергии и времени. Кроме того, следует помнить, что в неблагоприятных условиях растительные организмы сосредоточены на защите от стресса, а не на формировании урожая. Поэтому, если внести «готовые» аминокислоты в такие стрессовые моменты или до их появления, мы обеспечим эффективное развитие растения и в то же время защиту от стрессовых факторов. Таким образом, осуществляется более быстрое преодоление критического фактора без ущерба для процесса формирования урожая [1].

Пролин — способствует повышению иммунитета растений в стрессовых ситуациях и накоплению азота, является прекурсором вкуса, усиливает способность семян к прорастанию, улучшает эффективность фотосинтеза и увеличивает содержание хлорофилла.

В представленной работе были проведены опыты с применением аминокислоты пролина на семенах льна разных сортов. В ходе исследования варьировались концентрации исследуемой аминокислоты. Экспериментально были обнаружены концентрации пролина, благоприятно воздействующие на рост и выживаемость семян льна, в частности, крайне существенное влияние на прорастание в неблагоприятных условиях (холод и темнота).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Прахова, Т.Я. Влияние стимуляторов роста на урожайные свойства масличных культур в условиях среднего Поволжья / Т.Я. Прахова // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2022. - №4. – С.358-362.

УДК 631.871

Солдатова Александра Германовна

Исследование влияния растворов цистеина на ранние этапы развития льна культурного

Научный руководитель: Е.В. Ожимкова

Тверской государственный технический университет, г. Тверь
Кафедра биотехнологии, химии и стандартизации

Сегодня невозможно получать высокий урожай сельскохозяйственных культур без использования стимуляторов роста растений. Преимущество использования биостимуляторов очевидно: стимулируют рост и активируют иммунные системы растений, повышают их стрессоустойчивость, а в некоторых случаях применение стимуляторов роста растений позволяет снизить расход дорогостоящих пестицидов. Кроме того, современные стимуляторы роста растений могут снизить влияние неблагоприятных факторов окружающей среды, что особенно важно для ранних этапов онтогенеза растений.

В качестве стимуляторов роста растений чаще всего используют фитогормоны или их аналоги, но существует большое количество других соединений, оказывающих сильное регуляторное влияние на растения, в частности, аминокислоты. В ряде исследований с использованием различных растительных тест-культур описаны иммуномодулирующие, антистрессовые и регуляторные свойства некоторых аминокислот [1]. Аминокислоты положительно воздействуют на метаболизм растений, поддерживая регенерацию после возникновения различных типов стрессовых факторов в течение вегетации. Они необходимы для полноценного функционирования растительного организма и его развития.

В представленной работе проведены эксперименты по исследованию влияния растворов цистеина на проращивание семян льна разных сортов в чашках Петри. Семена льна предоставлены ФГБНУ «Федеральным научным центром лубяных культур». В качестве контрольных экспериментов использовали опыты, проведенные в полностью аналогичных условиях, но с поливом водой. Анализ полученных результатов указывает на то, что растворы цистеина с концентрацией 0,5% и выше оказывают ингибирующее воздействие на проращивание семян льна, в то время как использование растворов с концентрацией $5 \cdot 10^{-5}\%$ обеспечивает увеличение прироста сырой биомассы и средней длины побегов по отношению к контролю.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Иванкин, А.Э. О механизме биостимулирования и активации развития растительных культур / А.Э. Иванкин, С.Б. Васильев, М.И. Бабурина // Лестной вестник. – 2018. - №5. – С.5-13.

УДК 547.426.21

Сорокина Полина Алексеевна

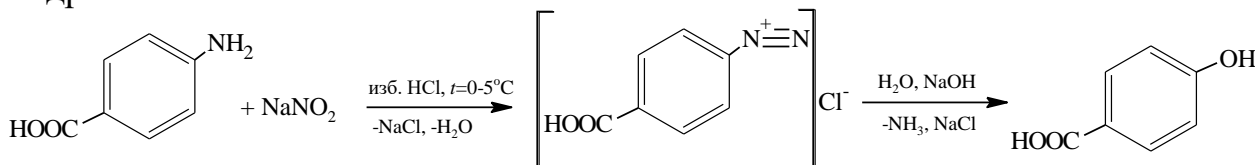
Получение алкил-*n*-гидроксибензоатов

Научный руководитель: И.Ю. Егорова

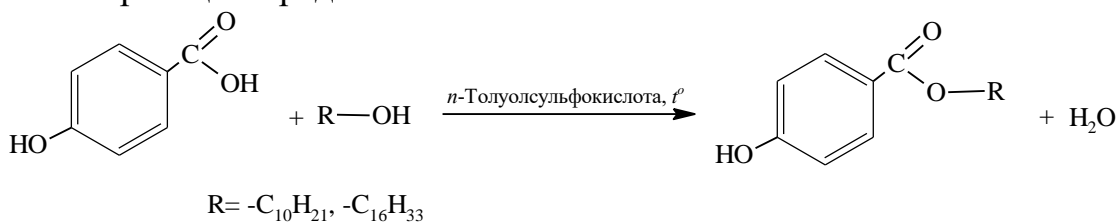
Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра органической химии

Сложные эфиры *n*-гидроксибензойной кислоты с длиной углеводородного радикала C₁₀-C₁₆ обладают сильным бактерицидным действием, а также, значительно менее токсичны, чем бензойная кислота, и используются в значительно меньших концентрациях. В связи с чем их применяют в качестве универсальных добавок, удлиняющих срок хранения веществ, эффективных в нейтральной и слабокислой среде. В настоящее время парабены самые популярные консерванты из-за широкого антимикробного спектра действия, особенно против плесени и дрожжей.

Цель представленной работы – получение децилового и цетилового эфиров *n*-гидроксибензойной кислоты в лабораторных условиях. Реакцией диазотирования *n*-аминобензойной кислоты нитритом натрия в сильнокислой среде при охлаждении и тщательном перемешивании получен *n*-карбоксофенилдиазоний хлорид. Гидролизом соли диазония получена *n*-гидроксибензойная кислота.



Реакцией этерификации *n*-гидроксибензойной кислоты дециловым и цетиловым спиртами получены сложные эфиры *n*-гидроксибензойной кислоты. Схема реакции представлена ниже:



Синтезированные эфиры очищены перекристаллизацией из ацетона до постоянной температуры плавления. Полученные алкил-*n*-гидроксибензоаты – кристаллические вещества кремового и темно-кремового цвета, не имеющие запаха. Строение полученных соединений подтверждено данными ИК-спектроскопии. Планируется определение физико-химических характеристик синтезированных эфиров и исследование их поверхностной активности.

УДК: 66.094.55

Спиридонова Юлия Викторовна

Исследование процесса жидкофазного гидрирования нафталина в присутствии металлосодержащих каталитических систем, стабилизированных в ароматических полимерных сетках

Научный руководитель: А.В. Быков

Тверской государственный технический университет, г. Тверь
Кафедра биотехнологии, химии и стандартизации

Гидрирование ароматических соединений один из важнейших процессов, широко применяемых во многих отраслях химической промышленности.

В рамках работы был исследован процесс гидрирования ароматического субстрата - нафталина. Были использованы никельсодержащие катализаторы, которые предварительно синтезировали химическим путём в щелочной среде при температуре 95°C посредством смешения шестиводного хлорида никеля, гипофосфита натрия и полимера.

В представленной ниже таблице приведены данные экспериментов, проводившихся при следующих условиях: температура 250°C и давление 50 атм.

Таблица.

Сравнения выхода продукта реакции гидрирования нафталина на никеле, стабилизированном в различных полимерных сетках.

	10% Ni/C-6	10% Ni/C-11	10% Ni/C-12	10% Ni/C-13	10% Ni/C-14
Тетралин	5,65	3,31	16,22	2,21	0,86

Каталитические системы до и после каталитического цикла охарактеризованы методами инфракрасной спектроскопии и рентгенофотоэлектронной спектроскопии; состав катализата подтверждён данными газовой хроматомасс-спектрометрии.

В ходе исследования показано, что максимальная активность в гидрировании нафталина наблюдается для системы 10% Ni/C-12.

УДК: 004.421

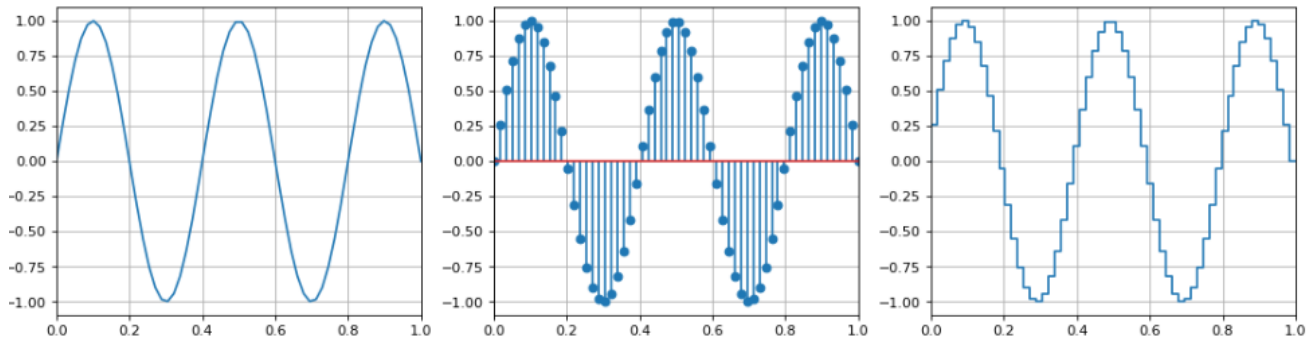
Степаков Даниил Алексеевич

Лабораторные работы в Jupyter notebook для курса «Цифровая обработка сигналов»

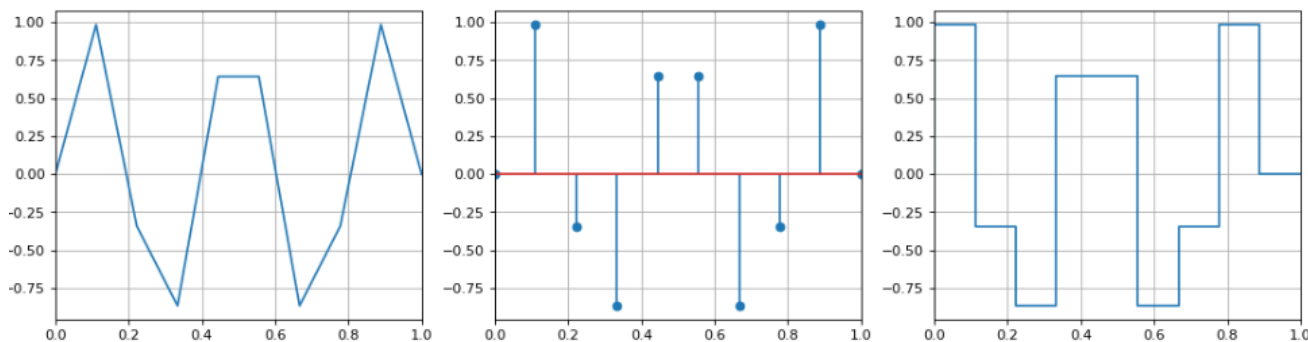
Научный руководитель: В.В. Макаров

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра общей физики

Создан практический курс «Цифровая обработка сигналов», состоящий из 9 лабораторных работ. Каждая работа состоит из теоретической части, объясняющей работу алгоритмов и функций для преобразования сигналов и практических заданий, которые должен выполнить студент для закрепления навыков. При выполнении работы необходимо внимательно использовать как применяемые функции, так и непосредственно код программы. В случае неверного выполнения этапов задания, обучающийся получит некорректную визуализацию сигнала или результата не будет вовсе. Так, на рис. 1 представлены графики сигналов, прошедших обработку в ходе лабораторной работы №1 Введение. Сигналы. Показано, что при выполнении задания необходимо крайне внимательно составлять код программы, так как при ошибке результаты работы будут некорректными.



а



б

Рис. 1. примеры отрисованных графиков сигналов: а – корректное выполнение работы, б – работа, в которой были допущены ошибки.

УДК 677.027.625.162: 678.046.76

Степанов Максим Геннадьевич

Исследование возможности совмещения грязеотгаливающей и огнезащитной отделки изделий из полиамидных волокон

Научный руководитель: Т.Ю. Дянова

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна,
г. Санкт-Петербург
Кафедра химических технологий имени проф. А. А. Хархарова

Полиамидные (ПА) материалы характеризуются высокими показателями механической прочности и упруго-эластических свойств, отличной стойкостью к истиранию и ударным нагрузкам. Однако, термоокисление ПА на воздухе при температуре выше 150 °С сопровождается потерей механической прочности и эластичности волокна.

Нами исследована возможность придания ПА ленте-застёжке огнестойкости и олеофобности с использованием перфторкарбонного препарата, фосфорорганического антипирена и буферной смеси на основе фосфатов аммония. Предложена методика одностороннего нанесения разработанного состава. Рассмотрены технологические режимы аппретирования лент по непрерывному методу однованнным и двухваннным способами с промежуточными операциями сушки и термической фиксации. Концентрации антипирена в составе аппретов варьировали в пределах от 6 до 333 г/л. Пропитку гидро- и олеофобизирующим агентом, предварительно нейтрализованным с применением буферной смеси на основе фосфатов аммония или 5%-м водным раствором аммиака, осуществляли путём погружения в ванну на одну минуту с последующими операциями отжима, сушки при 140 °С и термической обработки при температуре 165 °С в течение трёх минут.

Для определения эффектов гидро- и олеофобизации образцов полиамидных тканей, окрашенных в черный цвет № 142, измеряли краевые углы θ смачивания методом неподвижной капли соответственно воды и дийодметана.

Огнезащитные свойства аппретированных образцов полиамидных контактных лент оценивали по поведению после вынесения из пламени спиртовой горелки.

Анализ экспериментальных данных показал, что наибольшая эффективность отделки достигается при реализации технологии по двухванному методу с концентрацией гидро- и олеофобизирующего агента 18 г/л. Краевой угол смачивания по дийодметану достигает 118 град. Максимальный эффект огнезащищённости проявляется в незначительной усадке ленты и затухании после вынесения из пламени.

УДК 54-386:577.18

Сутугина Кристина Алексеевна

Квантово-химическое исследование комплексов Cu(II) и Ag(I) с цефуроксимом

Научный руководитель: И.Н. Веселов

Тверской государственной университет, г. Тверь
Кафедра неорганической и аналитической химии

Цефуроксим (рис. 1) – это антибиотик, который активно используется в медицинской практике для лечения различных инфекций благодаря высокой эффективности и относительно низкой токсичности. Как и другие антибиотики группы цефалоспоринов, он обладает высокой комплексообразующей активностью и способен выступать в качестве лиганда для широкого набора металлов.

Изучение комплексов цефуроксима имеет большое значение для понимания его фармакокинетики, механизмов действия и потенциальных взаимодействий с другими веществами.

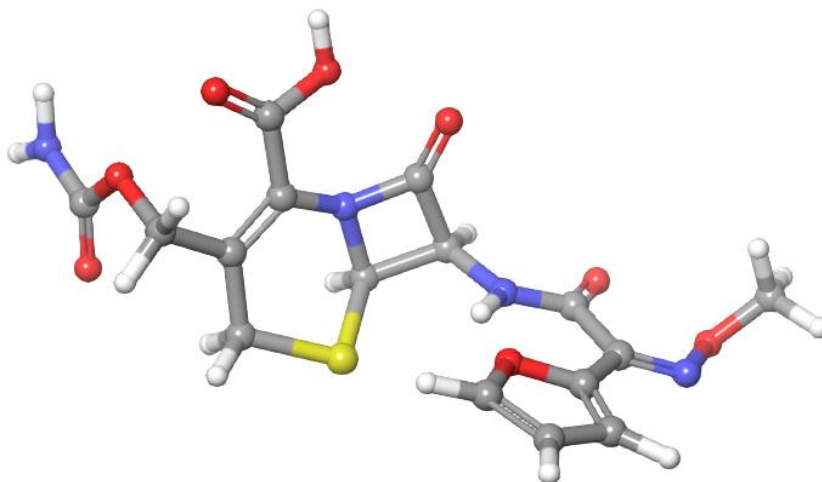


Рис. 1. Структурная формула молекулы цефуроксима.

В данной работе методом теории функционала плотности (DFT) было проведено квантово-химическое моделирование структуры комплексов цефуроксима с ионами переходных металлов (Cu(II) и Ag(I)), используемые функционал и базисный набор B3LYP-D3/LACV3P++.

Определены геометрические параметры, рассчитаны колебательные спектры, распределение электронной плотности и значения энергий для наивысшей занятой (HOMO) и низшей вакантной молекулярной орбитали (LUMO). Методом сопоставления экспериментальных и рассчитанных полос поглощения ИК спектров комплексов была подтверждена координация атома металла и структура комплексов.

УДК:543.554

Сухорукова Анастасия Александровна

Создание ионоселективного электрода для анализа амоксициллина

Научный руководитель: М.В. Минина

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра неорганической и аналитической химии

Потенциометрические методы, в частности, с использованием ионоселективных электродов (ИСЭ) выгодно отличаются простотой и экспрессностью анализа. Применение этого метода для определения амоксициллина не описано в литературе, поэтому целью настоящей работы явилось создание ИСЭ для определения его, изучение потенциометрических характеристик и разработка методики ионометрического определения антибиотика в готовых лекарственных формах.

В работе использовали амоксициллин, фосфорно-молибденовую кислоту (ФМК) ч.д.а., поливинилхлорид (ПВХ) марки С-70 х.ч., циклогексанон ч.д.а., дибутилфталат (ДФБ). Электродноактивное вещество (ЭАВ) получали добавлением к 0,05 М раствору амоксициллина 0,02 М раствора фосфорно-молибденовой кислоты (ФМК) до полного выпадения осадка.

Пленочные селективные мембраны с поливинилхлоридной матрицей на основе амоксициллина с ФМК имели состав: к ЭАВ — 0,0050 г добавляли 8 мл циклогексанона и 0,40 мл ДФБ, нагревали до 60 °С и при перемешивании небольшими порциями добавляли 0,2522 г ПВХ. После высыхания электроды перед работой вымачивали в растворе 0,001 М амоксициллина в течении трех суток.

Для определения электродных характеристик использовали электрохимическую ячейку:

Ag/AgCl	0.1 М р-р амоксициллина + 0.1 М р-р KCl	Ионоселек- тивная мембрана	Исследуемый раствор	Насыщенный раствор KCl	AgCl	Ag
---------	--------------------------------------------------	----------------------------------	------------------------	---------------------------	------	----

Схема 1. Электрохимическая ячейка для определения электродных характеристик

Изготовленные электроды обладали хорошими потенциометрическими характеристиками. Электродная функция ион-селективного электрода на амоксициллин линейна в интервале концентраций 10^{-5} – 10^{-1} М, время отклика составляет 7-9 с. Определение антибиотика в готовых лекарственных формах показало работоспособность созданного ИСЭ.

УДК 547.426.21/.23

Тарабанова Анастасия Алексеевна

Синтез цитрилглицерида

Научный руководитель: И.Ю. Егорова

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра органической химии

Цитрилглицерид относится к функциональному классу пищевых поверхностно-активных веществ, которые обеспечивают создание эмульсий из несмешивающихся жидкостей. Также эти добавки применяются для получения продуктов эмульсионной и гелевой природы.

Методом азеотропной этерификации получен сложный эфир на основе глицерина и лимонной кислоты при температуре 165°C в присутствии *n*-толуолсульфокислоты в качестве катализатора. Для образования азеотропной смеси с водой, образующейся в ходе реакции, использовали толуол (схема реакции представлена ниже). Выбор кислоты для синтеза обусловлен интересом к тому, как она изменит свойства и применение полученного сложного эфира, так как лимонная кислота является пищевой добавкой для регулирования кислотности.

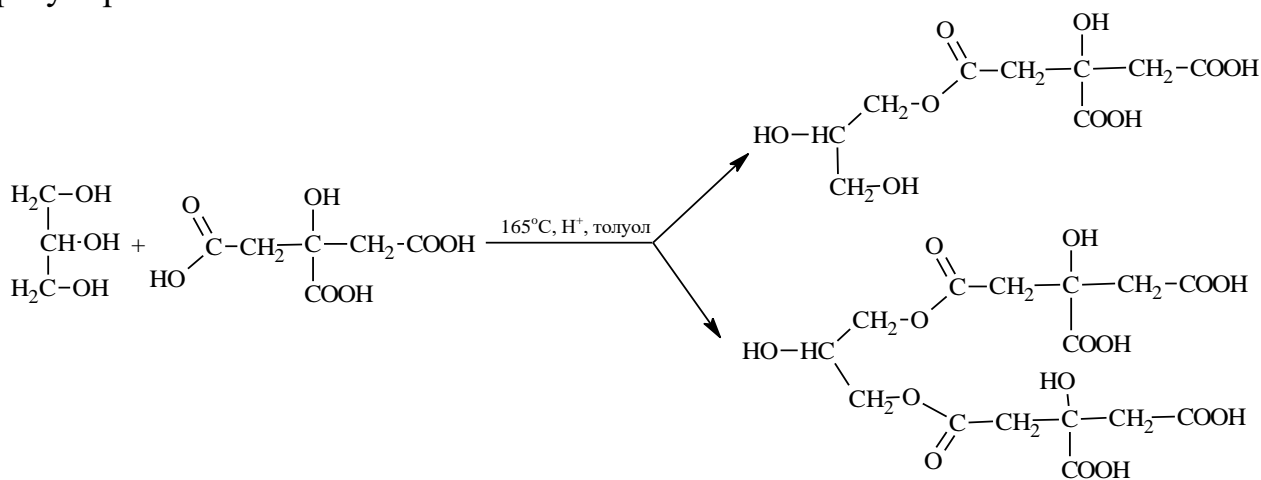


Рис. Схема реакции синтеза цитрилглицерида на основе лимонной кислоты и глицерина

При подборе условий проведения синтеза особое внимание уделялось температуре, так как выше 175°C лимонная кислота разлагается до аконитовой кислоты. Также необходимо было определить подходящий кислотный катализатор и количество азеотропообразователя для полного взаимодействия между глицерином и лимонной кислотой.

Синтезированное соединение представляет собой прозрачное густое вещество. Исследуются коллоидно-химические свойства, проводится ИК-спектроскопический анализ и качественные реакции для подтверждения строения полученного соединения.

УДК: 66.092.097

Терешина Екатерина Денисовна

Влияние условий на гидролиз древесных опилок

Научный руководитель: А.А. Степачёва

Тверской государственный технический университет, г. Тверь
Кафедра биотехнологии, химии и стандартизации

Лигноцеллюлозная биомасса - широко доступный, возобновляемый, биоразлагаемый и биосовместимый ресурс, который при правильном подходе может снизить зависимость современного общества от ископаемых ресурсов. Это потенциальное сырье для производства тепла, электроэнергии, топлива, химикатов и других биопродуктов [1]. На сегодняшний день образуется большое количество лигноцеллюлозных отходов, которые практически не используются. Современные тенденции требуют вовлечения всех возможных ресурсов в производственный цикл. Поэтому переработка отходов лигноцеллюлозной биомассы является актуальным направлением исследований.

Для расщепления лигноцеллюлозной биомассы широко используются такие химические вещества, как кислоты, щелочи, органические растворители и ионные жидкости. Во время гидролиза образуется жидкость, богатая сахарами, с некоторым количеством растворенного лигнина или его мономеров, обычно называемая гидролизатом [2]. Гидролиз биомассы можно разделить на кислотный, щелочной, а также ферментативный.

В данной работе изучено влияние растворителя (вода, водно-спиртовые смеси), температуры, давления, типа катализатора (NaOH, KOH, HCl, H₂SO₄, HNO₃, органических кислот, гетерополикислот, литических ферментов, кислот Льюиса и Бренстеда) на гидролиз опилок лиственных и хвойных деревьев. Проведен анализ состава и выхода фракций гидролитической предобработки выбранного типа биомассы, а также состав растворимых продуктов гидролиза. Процесс гидролиза проводился с использованием воды в качестве растворителя и реагента гидролиза, а также в водно-спиртовых смесях с содержанием спирта 15, 30, 45, 60 масс. %. Процесс гидролиза проводился в температурном интервале 160-220 °С при использовании катализаторов щелочного и кислотного типа. Было изучено влияние температуры, концентрации катализатора, соотношения растворитель-опилки.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ (22-79-10096)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Zhou C-H, Xia X, Lin C-X, Tong D-S, Beltramini J. // Chem. Soc. Rev. 2011. № 40. С. 5588–5617.
2. Liu S. // Appl Energy. 2015. № 144. С. 114–128.

УДК: 54.057

Терновая Софья Владимировна

Получение сложных эфиров карбоновых кислот на основе бетулина и исследование их свойств

Научный руководитель: Н.В. Веролайнен

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра органической химии

Сложные эфиры бетулина в настоящее время широко используются в фармацевтической, косметической и пищевой промышленности. Бетулин и его производные относятся к классу тритерпеноидов, который, в свою очередь, очень богат соединениями, сочетающими в себе доступность сырья с очень ценной биологической активностью. Производные бетулина проявляют анти-ВИЧ и противовоспалительные свойства. Помимо этого, сложные эфиры карбоновых кислот на основе бетулина служат основой для многих органических синтезов [1,2]. В связи с этим задачи, поставленные в работе, являются важными и актуальными.

В настоящей работе сложные эфиры бетулина получали реакцией ацилирования соответствующими кислотами в заданных условиях. Для синтеза были выбраны уксусная, адипиновая и фумаровая кислоты. В качестве катализатора использовали пара-толуолсульфокислоту и серную концентрированную кислоту. Время проведения синтезов варировали от 3 до 5 часов. После окончания реакций, полученные соединения несколько раз очищали методом перекристаллизации из этилового спирта.

Полученные в работе производные бетулина представляют собой порошкообразные вещества светло-бежевого цвета. Температура плавления диацетатбетулина составила 212-216°C, бетулин-3,28-диадипината 128-130°C, бетулин-28-фумарата 121-123°C. Полученные соединения растворяются в этилацетате, ацетоне, хлороформе, совершенно нерастворимы в воде. Определены кислотное и эфирное число эфиров бетулина. Строение и состав полученных производных бетулина подтверждены методом ИК-спектроскопии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Толстикова Г.А. Бетулин и его производные. Химия и биологическая активность /Г.А. Толстикова, О.Б. Флехтер, Э.Э. Шульц//Химия в интересах устойчивого развития. 2005. №13. С. 1-30.
2. Когай Т.И. Синтез сложных эфиров бетулина//Сибирский федеральный университет. 2008. №2. С. 200-205.

УДК: 54.057

Терновая Софья Владимировна

Получение и исследование свойств моноэфиров сорбитана и высших жирных кислот

Научный руководитель: Н.В. Веролайнен

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра органической химии

Сложные эфиры сорбитана и высших жирных кислот в настоящее время широко используют в качестве промежуточных реагентов, а также поверхностно-активных веществ для фармацевтической, косметической и пищевой промышленности. Литературные источники в основном носят патентный характер, поэтому исследование условий методов синтеза и качественного анализа моноэфиров жирных кислот и сорбитана является важной и актуальной задачей.

Двухстадийный способ получения моноэфиров сорбитана и высших жирных кислот имеет свои преимущества перед одностадийной азеотропной этерификацией, которую проводят при более высоких температурах и образование темного продукта требует дополнительной стадии отбеливания и очистки.

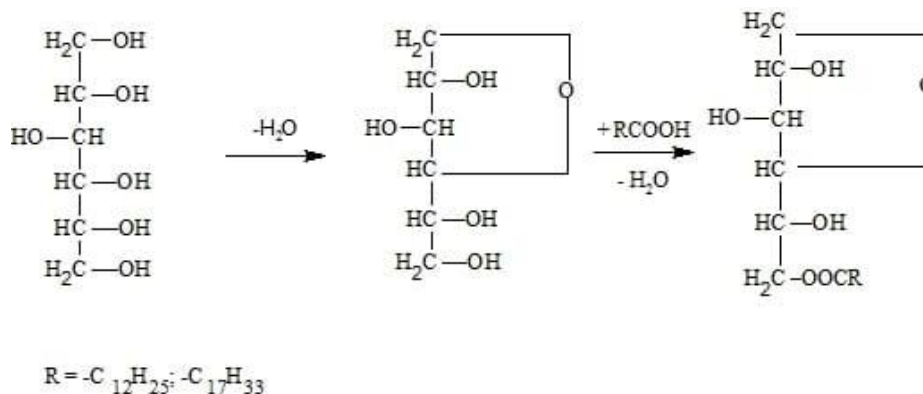


Рис. Схема двухстадийного синтеза моноэфиров сорбитана и высших кислот

Двухстадийный синтез моноэфиров сорбитана додекановой и олеиновой кислот заключается в дегидратации сорбитола при 170°C, в присутствии фосфористой кислоты в качестве катализатора. Далее в присутствии щелочи гидроксида натрия при температуре 220-230°C получают моноэфиры с максимальным выходом 80-85%. Полноту реакции контролируют нахождением кислотного числа, значение которого составляет менее 5,5 мг КОН/г. После окончания реакции моноэфир подвергают горячему фильтрованию. Строение и состав моноэфиров сорбитана додекановой и олеиновой кислот подтверждают методом ИК-спектроскопии.

УДК 544.169

Тищенко Виктория Сергеевна

Сравнение заряда и объёма групп зарина и зомана

Научный руководитель: Н.П. Русакова

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра физической химии

Химические свойства зомана и зарина во многом сходны, однако реакционная способность веществ различна, например, по отношению к нуклеофилам. Изучение интегральных параметров электронного строения функциональных групп позволит уточнить различие в свойствах.

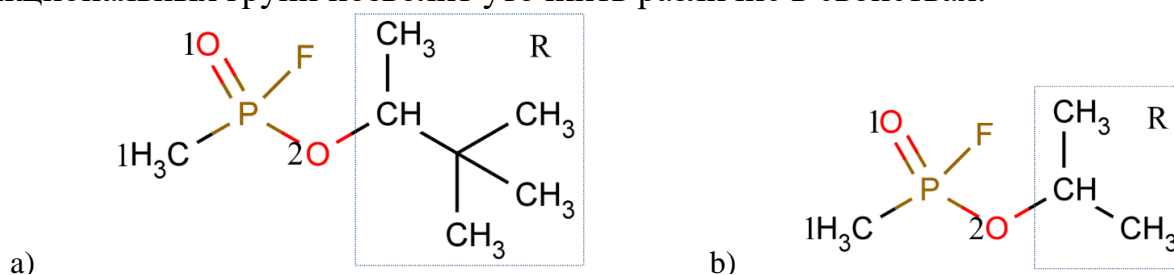


Рис.: Молекула а) зомана и б) зарина

Геометрия молекул зарина и зомана (Рис) оптимизирована функционалом V3LYP в программе Gaussian 03. Интегральные электронные характеристики атомов: заряды, объёмы получены в программе AIMALL в постулатах «Квантовой теории атомов в молекулах», атомные свойства суммированы в параметры функциональных групп (заряды групп - $q(R)$, объёмы групп - $V(R)$) и снесены в таблицу.

Таблица.

Заряды ($q(R)$) и объёмы ($V(R)$) групп зарина и зомана

Вещество	1CH ₃	P	1O	F	2O	R*
$q(R)$, а.е.						
Зарин	-0,484	3,505	-1,481	-0,814	-1,343	0,617
Зоман	-0,486	3,507	-1,481	-0,815	-1,347	0,621
$V(R)$, Å ³						
Зарин	33,7	4,2	22,2	17,0	15,4	77,4
Зоман	33,8	4,2	22,2	17,0	14,6	145,0

* В столбце R – для зарина топологическая группа -CH(CH₃)₂, зомана -CH(CH₃)-C(CH₃)₃,

Сравнение электронного заряда одинаковых групп в зомане и зарине (Таблица) показывает незначительные изменения в распределении электронной плотности и их $q(R)$, что соответствует описанию сходности химических свойств. Однако параметр объёма для кислорода во втором положении у зомана меньше на 0,8 Å³, чем у зарина, что свидетельствует о стерическом воздействии на 2O в зомане большого объёма фрагмента R, которое приводит к снижению реакционной способности.

УДК: 631.8

Ткаченко Сергей Васильевич

Зависимость продуктивности и биохимического состава корнеплодов свеклы от видов калийных удобрений

Научные руководители: О.В. Шилова, А.А. Акимов

Тверская государственная сельскохозяйственная академия, г. Тверь
Кафедра агрохимии, земледелия и лесопользования

Калий – химический элемент, который наряду с азотом и фосфором является важнейшим элементом питания растений. Калий регулирует фотосинтез, увеличивает отток углеводов из пластинки листа в другие органы, участвует в синтезе сахаров и высокомолекулярных углеводов – крахмала, целлюлозы, пектиновых веществ, ксиланов. Калий способствует накоплению моносахаридов в плодовых и овощных культурах, сахарозы в корнеплодах, крахмала в картофеле, утолщает стенки клеток соломины злаковых культур, повышает устойчивость к полеганию, у льна и конопли улучшает качество волокна. Поэтому целью исследований стало исследование влияния разных видов калийных удобрений на урожайность и биохимический состав корнеплодов столовой свеклы. Схема опыта включала варианты: 1 – контроль ($N_0P_0K_0$) – без удобрений; 2 – $N_{60}P_{60}$ (фон – аммиачная селитра и суперфосфат); 3 – $N_{60}P_{60}K_{60}$ (азофоска); 4 – $N_{60}P_{60} + K_{60}$ (сернокислый калий); 5 – $N_{60}P_{60} + K_{60}$ (калимагнезия). Известь на опытном участке не применялась. В качестве опытной культуры возделывалась свекла столовая Кестрел F1 – гибридный раннеспелый сорт.

В результате исследований выявлено: 1. Применение азотных и фосфорных удобрений позволило увеличить урожайность на 40,4 ц/га, а в сочетании с калийными удобрениями – на 46,9 – 79,6 ц/га по сравнению с контролем. 2. Среди удобренных вариантов максимальное количество бетацианинов (51,3 мг/100 г) и бетаксантинов (16,4 мг/100 г) по отношению к контролю установлено на варианте с сернокислым калием на азотно-фосфорном фоне, а минимальное – на фоне $N_{60}P_{60}$ (38,2 и 13,4 мг/100 г соответственно). 3. Наибольшим содержанием аскорбиновой кислоты отличались корнеплоды варианта с сернокислым калием (17,9 мг/100 г сырого вещества), а наименьшим – вариант без калийных удобрений (15,2 мг/100 г сырого вещества). 4. Максимальное количество сахарозы (9,2%) с прибавкой к контролю (3,1%) выявлено в корнеплодах варианта с сернокислым калием на азотно-фосфорном фоне, а наименьшее среди вариантов с калием – при использовании хлористого калия (7% с прибавкой 0,9%). 5. Наибольшее значение уровня рентабельности производства (255,5%) получено на варианте с калимагнезией, что выше, чем при применении хлористого калия на 17,6%, сернокислого калия – на 10,4% и калийной селитры – на 5,2%.

УДК 631.8

Ткаченко Сергей Васильевич

Влияние калийных удобрений на свойства дерново-подзолистой почвы

Научные руководители: О.В. Шилова, А.А. Акимов

Тверская государственная сельскохозяйственная академия, г. Тверь
Кафедра агрохимии, земледелия и лесопользования

Учитывая физиологическое значение калия для роста и развития растений, высокую динамичность его подвижных соединений в почве, изучение калийных удобрений в изменении количества его доступных форм, а также в повышении продуктивности сельскохозяйственных культур, в том числе и на почвах с относительно высоким содержанием калия, является весьма актуальным в настоящее время. В связи с этим целью исследований стало изучение влияния калийных удобрений на азотно-фосфорном фоне на агрохимические свойства почвы и ее продуктивность. Схема опыта включала варианты: 1 – контроль ($N_0P_0K_0$) – без удобрений; 2 – $N_{60}P_{60}$ (фон – аммиачная селитра и суперфосфат); 3 – $N_{60}P_{60}K_{60}$ (азофоска); 4 – $N_{60}P_{60} + K_{60}$ (хлористый калий); 5 – $N_{60}P_{60} + K_{60}$ (сернокислый калий); 6 – $N_{60}P_{60} + K_{60}$ (калимагнезия); 7 – $N_{60}P_{60} + K_{60}$ (калийная селитра).

Почва опытного участка обладала нейтральной реакцией ($pH_{KCl} = 6,18$), содержала 6,8% органического вещества, 425 мг/кг почвы подвижного фосфора; 192 мг/кг почвы обменного калия и 100,8 мг/кг почвы щелочногидролизуемого азота. В качестве опытной культуры возделывалась свекла столовая Кестрел F1 – гибридный раннеспелый сорт.

В течение вегетационного периода минимальным содержанием нитратного азота отличались деланки контрольного варианта (в среднем 18 – 20 мг/кг почвы), а максимальным – вариант с калимагнезией на азотно-фосфорном фоне (в среднем 21 – 25 мг/кг почвы). Наибольшее содержание фосфатов обнаружено в почве с сернокислым калием и калимагнезией на азотно-фосфорном фоне (в среднем количество P_2O_5 варьировало от 420 мг/кг почвы до 434 мг/кг почвы). Контрольный вариант уступал значениям всех вариантов в среднем на 10 – 15%. Значительное возрастание K_2O выявлено в почве со всеми видами калийных удобрений, особенно при внесении калимагнезии (в среднем на 7 – 12% больше по сравнению с остальными удобренными вариантами).

По урожайности контрольный вариант заметно уступал всем исследуемым вариантам (в среднем на 24 – 49,5%). Применение азотных и фосфорных удобрений позволило увеличить урожайность на 40,4 ц/га, а в сочетании с калийными удобрениями – на 46,9 – 79,6 ц/га. При этом наибольшие значения урожайности получены при использовании калимагнезии на азотно-фосфорном фоне питания растений (260,4 ц/га).

УДК: 66.01

Тлупов А.Ф., Слонов А.Л., Жанситов А.А.

Исследование свойств смесей на основе полиэфирэфиркетона и полифениленсульфона

Научный руководитель: С.Ю. Хаширова

Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, г.
Нальчик

Центр прогрессивных материалов и аддитивных технологий

На современном этапе создания полимерных композиционных материалов все большую популярность набирает метод смешения термопластов. Данный подход позволяет достаточно быстро разработать новые полимерные материалы с необходимыми свойствами.

В рамках исследования изучены реологические и теплофизические свойства полимер-полимерных смесей на основе полиэфирэфиркетона (ПЭЭК) и полифениленсульфона (ПФСн) в соотношении 90/10, 80/20, 70/30, 50/50 и 30/70 соответственно.

Выявлено, что ПФСн, благодаря более высокому ПТР (более низкой вязкости расплава), приводит к равномерному повышению ПТР смесей в целом. При этом обнаружено, что ПФСн имеет более низкую вязкость только при низких скоростях сдвига, соответствующих условиям определения ПТР, тогда как при значениях более 10^3 с^{-1} его вязкость превосходит ПЭЭК. Исходя из этого характер кривых течения смесей изменяется по правилу аддитивности, снижаясь в области низких скоростей сдвига и повышаясь в области высоких скоростей, в соответствии с содержанием ПФСн.

Методом дифференциальной сканирующей калориметрии показано, что смеси ПЭЭК и ПФСн демонстрируют 2 пика, соответствующие температурам стеклования (T_c) индивидуальных компонентов, что указывает на термодинамическую несовместимость данных полимеров. При этом установлено, что ПФСн оказывает ингибирующее влияние на кристаллизационные процессы ПЭЭК. Выявлены соотношения при которых происходит повышение T_c ПЭЭК на $8 \text{ }^\circ\text{C}$, что свидетельствует о частичной совместимости изученных полимеров в аморфной фазе.

УДК 537.226.4

Токарев Григорий Геннадьевич

Процессы переключения медь- и хромсодержащих кристаллов триглицинсульфата

Научный руководитель: Н.Н. Большакова

Тверской государственной университет, г. Тверь
Кафедра физики конденсированного состояния

Настоящая работа поставлена с целью получения информации о влиянии одновременного легирования кристаллов ТГС ионами меди и хрома на процессы их переполяризации. Кристаллы ТГС: Cu^{2+} : Cr^{3+} выращены в сегнетофазе динамическим способом на полидоменных затравках, ориентированных по плоскости (010). Концентрации ионов меди и хрома в кристаллах составляли $(10^{-5}$ - $10^{-3})$ вес.%. Образцы подвергались отжигу при температуре 373К в течение 6 часов с последующим медленным охлаждением. Динамические характеристики переполяризации кристаллов изучены при $T=293\text{K}$ с помощью схемы Сойера-Тауэра в переменном электрическом поле частотой 50 Гц.

Установлено, что петли диэлектрического гистерезиса преимущественно медьсодержащего кристалла ТГС не имеют существенных отличий от аналогичных для беспримесного ТГС. Они прямоугольны, не искажены и имеют незначительные смещения по координатным осям. Введение ионов хрома вызывает искажение формы петли гистерезиса кристаллов ТГС, которое устраняется отжигом. В таблице представлены основные переключательные характеристики кристаллов [1]:

№	Cu^{2+} , 10^{-3} вес. %	Cr^{3+} , 10^{-3} вес. %	$\epsilon_{\text{эф}}$, 10^4	P , 10^{-2} Кл· м ⁻²	E_c , 10^4 В·м ⁻¹	η	$\text{tg}\delta$
До отжига, после отжига образцов							
1	0	0	2,2; 1,6	1,9; 2,5	6,2; 5,0	0,15; 0,20	0,10; 0,19
2	1,9	$<1 \cdot 10^{-2}$	2,9; 1,4	2,2; 2,8	8,5; 8,5	0,28; 0,20	0,14; 0,20
3	$<1 \cdot 10^{-2}$	2,1	2,3; 1,2	2,1; 2,8	7,7; 7,7	0,15; 0,20	0,10; 0,07
4	$<1 \cdot 10^{-2}$	2,5	1,3; 1,1	1,9; 2,4	6,4; 6,4	0,22; 0,30	0,09; 0,01
5	$<1 \cdot 10^{-2}$	3,3	1,4; 0,9	1,5; 1,7	5,8; 5,8	0,09; 0,18	0,08; 0,10
6	1,9	0,8	1,5; 1,5	1,7; 2,0	8,6; 6,5	0,81; 0,60	0,13; 0,12

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Богомолов А.А. Иванов В.В. Физика сегнетоэлектрических явлений. Тверь 2014.160 с.

УДК: 544.18+547.496.2

Топытчак Алина Михайловна

Квантово-химическое исследование комплексов дитиокарбаматов

Научный руководитель: И.Н. Веселов

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра неорганической и аналитической химии

Дитиокарбаматные лиганды образуют с переходными металлами комплексы высокой стабильности. Данные комплексы входят в состав гербицидов и пестицидов, а также являются одним из компонентов противовоспалительных средств.

Цель работы: оценить влияние функционалов различного типа на точность расчета дитиокарбаматов методом функционала плотности (DFT).

Программа: Jaguar.

В работе методом DFT была проведена оптимизация диэтилдитиокарбаматных комплексов никеля и кобальта с постоянным базисом 6-31G++**. Для проверки корректности полученных результатов использовались научные публикации с описанием кристаллографических исследований комплексов [1].

Таблица.

Сравнение геометрических параметров комплексов

Функционал	$[Ni(S_2CNEt_2)_2]$		$[Co(S_2CNEt_2)_3]$	
	Длина связи, Å	Угол, °	Длина связи, Å	Угол, °
	Ni-S	S-Ni-S	Co-S	S-Co-S
Эксперимент	2.19	80.0	2.27	76.3
B3LYP-D3	2.23	80.0	2.32	76.8
wB97X-D	2.22	80.3	2.29	77.2
M05-D3	2.20	80.7	2.28	77.4
M11-L	2.18	81.3	2.26	78.1
BLYP-D3	2.24	80.0	2.33	76.5
HFS	2.18	81.7	2.27	78.3

Вывод: функционал M05-D3 (мета-функционал) обеспечивает большую сходимость экспериментальных геометрических параметров комплексов диэтилдитиокарбамата с исходными литературными данными.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Healy P. C, Connor J. W. Alkyl Substituent Effects in dithiocarbamate cobalt(III) and nickel(II) complexes. Australian Journal of Chemistry, 1990, V. 43(6), P. 1083 – 1095.

УДК 677.84: 677.494

Трофимова Екатерина Николаевна

Получение синей гаммы окрасок на метаарамидной пряже

Научный руководитель: Т.Ю. Дянкова

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна,
г. Санкт-Петербург
Кафедра химических технологий имени проф. А. А. Хархарова

Растущая потребность в термо- и огнестойких волокнистых материалах наряду с ограниченными объемами выпуска отечественного сырья вызвали интерес предприятий-производителей материалов и защитной одежды к метаарамидным волокнам, нитям и пряже, произведенным в Китае. Особенностью зарубежных волокон по сравнению с российскими аналогами (тулен, тогилен, арлана) являются отсутствие интенсивной естественной желто-коричневой окраски и химическая активность волокнообразующего полимера по отношению к хромофорной системе красителей различных классов.

В настоящей работе исследована возможность окрашивания пряжи линейной плотности 29,4 и 14,7 текс активными, катионными, дисперсными, прямыми, кислотными, кислотными однохромовыми и металлосодержащими красителями, а также кубозолями, диазолями и пигментами.

Наиболее интенсивные окраски, соответствующие заявленной в маркировке цветности, получены с применением дисперсных и катионных красителей. Выявлены интенсифицирующие процесс крашения средства и оптимальные концентрации препаратов.

Исследован характер изотермической сорбции красителя катионного синего О в широких пределах концентрации в рабочем растворе и влияние продолжительности крашения на показатели качества окраски. Определены условия достижения максимальной концентрации красителя на волокне. Показана возможность повышения устойчивости окраски с применением соли d-металла.

Проведенные производственные испытания разработанной технологии в температурных режимах 110 и 120 °С в условиях ООО Прядильно-ниточного комбината «Красная нить» показали возможность применения дисперсных красителей для крашения пряжи в паковках в аппаратах, работающих под давлением. В акте испытаний отмечено незначительное увеличение разрывной нагрузки и напряжения при разрыве окрашенной пряжи относительно исходной необработанной. Устойчивость окраски к стирке пряжи может быть повышена путем проведения дополнительной операции упрочнения окраски.

УДК: 544.773.2

Туманов Григорий Алексеевич

Изменение свободной энергии гиббса в противопожарных пенах различного состава

Научные руководители: В.Ю. Долуда, А.А. Мальков

ФГБОУ ВО «Тверской Государственный Технический университет», г. Тверь
Кафедра Биотехнологии, химии и стандартизации
Кафедра программного обеспечения

Определение направления самопроизвольного процесса образования и деструкции пен возможно с использованием свободной энергии Гиббса. В дифференциальном виде уравнение для расчёта изменения свободной энергии Гиббса [1] имеет следующий вид (1).

$$dG = -Sd(T) + \sum V_i d(p_i) + \sigma d(A) \quad (1)$$

Рассчитанные значения свободной энергии Гиббса для исследованных огнетушащих пен приведены на рисунке 1. Для неонола и АБСК наблюдается увеличение значений свободной энергии Гиббса при увеличении их концентрации, в то время как для растворов технического лигносульфоната и тетрадецилового спирта происходит уменьшение значений свободной энергии Гиббса, что может свидетельствовать о большей стабильности пен на основе вышеуказанных веществ.

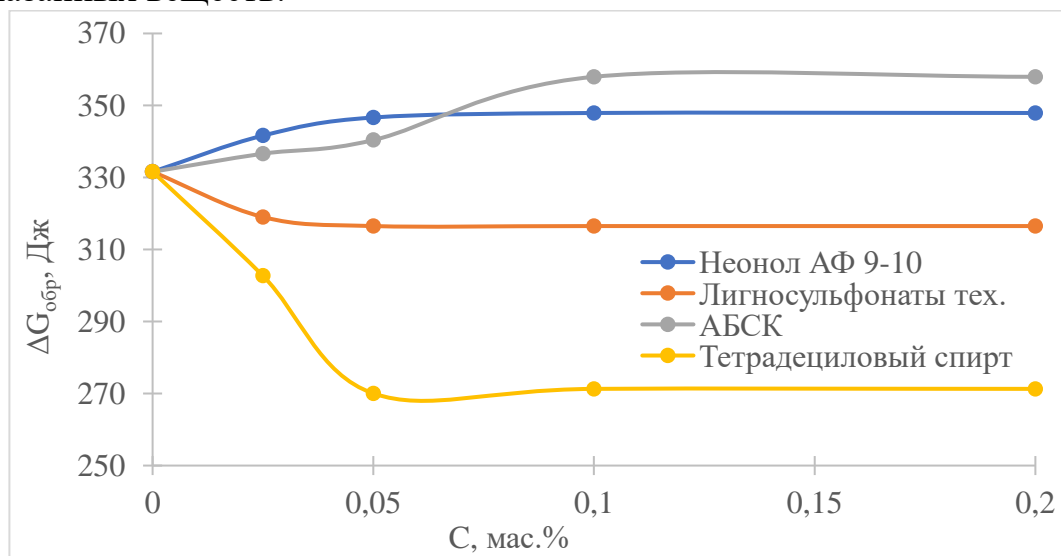


Рис. 1. Зависимость свободной энергии Гиббса при образовании 1 м³ пены со средним диаметром 1 мм с использованием пенообразующих растворов различной концентрации (p = 101325 Па, T = 293 К)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Hollinger H.V. Thermodynamics of foam // J Colloid Interface Sci. Academic Press, 1991. Vol. 143, № 1. P. 278–286.

УДК: 543.066

Уварова Софья Сергеевна

Определение соотношения кальция : магний в воде универсальным способом анализа

Научный руководитель: В.М. Никольский

Тверской государственной университет, г. Тверь
Кафедра неорганической и аналитической химии

Главной задачей аналитической химии является проведение эффективного, быстрого и точного анализа. Поэтому важно совершенствование методов анализа осуществлять по этим направлениям.

Учитывая, что химический состав воды является одним из определяющих факторов элементного гомеостаза человека, необходимо нормирование в питьевой воде не только показателей безопасности, но и рекомендуемых концентраций всех химических элементов в соответствии с уровнем их физиологической полноценности [1]. Поэтому определение соотношения различных элементов в воде, в том числе кальция и магния, актуально.

Целью данной работы является создание универсального способа анализа соотношения кальция и магния в растворах [2] для определения указанных элементов как в биологических объектах, так и в воде.

По патентуемому способу анализ осуществляется в присутствии сахарозы или маннита (для удержания кальция в растворе) спектрофотометрическим методом определения магния с титановым желтым в сочетании с комплексометрическим определением кальция при этом же значении $pH > 12$ в той же аликвоте приготовленного раствора титрованием Трилоном Б в присутствии мурексида. Новое техническое решение обеспечивает оперативность определения, исключает приготовление, а также использование кислот, щелочей и буферных растворов для корректировки pH среды, что значительно упрощает процесс.

Определяли соотношение кальция : магний на истоке реки Волга $7,21 : 2,92 = 2,5$ и в реке Волга в районе г. Твери $37,00 : 11,00 = 3,36$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Гресь Н.А. и др. Соотношение содержания в питьевой воде г. Минска кальция, магния, стронция, калия с уровнем их депонирования в организме жителей столицы / Молекулярные, мембранные и клеточные основы функционирования биосистем: Междунар. науч. конф.; Десятый съезд Белорусского общественного объединения фотобиологов и биофизиков, 19–21 июня 2012 г., Минск, Беларусь: сб. ст.: в 2 ч. Ч. 2 / редкол.: И.Д. Волотовский, С.Н. Черенкевич [и др.]. – Минск: Изд. Центр БГУ, 2012. – С. 166-169.
2. Способ определения соотношения кальция : магний в растворах: пат. 2788746 Рос. Федерация. № 2022111702 / Уварова С.С., Никольский В.М., Толкачева Л.Н., Гридчин С.Н.; заявл. 28.04.22; опубл. 24.01.23, Бюл. № 3. 5 с.

УДК: 663.53

Уткина Алена Владимировна

Ферментативная обработка лигноцеллюлозного сырья как метод повышения эффективности биосинтеза этанола

Научный руководитель: Е.В. Ожимкова

Тверской государственной технической университет, г. Тверь
Кафедра биотехнологии, химии, стандартизации

Роль и важность биоэтанола как технического продукта в мировой и российской экономике ежегодно возрастают. Получение этанола путем трансформации лигноцеллюлозного сырья решает две важные задачи: кроме утилизации трудно разлагаемых отходов открываются принципиально новые возможности для получения биоэтанола 2-го поколения.

До 2000-х годов на отечественных предприятиях по производству этанола из древесины в качестве основного подхода к деструкции материала выступали гидролитические методы с использованием кислот. Данная технология сопряжена с нерациональными финансовыми вложениями и синтезом токсичных для *Saccharomyces cerevisiae* органических соединений-ингибиторов.

Альтернативным методом обработки является использование ферментных препаратов, позволяющих вести процесс в мягких условиях без склонности к коррозии, к образованию ингибиторов.

Экспериментально установлено, что максимальный конечный выход редуцирующих веществ (33 г/л) в гидролизате достигается при следующих концентрациях ферментных препаратов, мг/г субстрата: «Целлюлаза» – 150, «Пектиназа» – 45, «Ксиланаза» – 30 (соотношение 10:3:2).

Условия ферментативной обработки: рН=5 (ацетатный буфер); начальная концентрация субстрата – 50,0 г/л; температура – 50±2°C; постоянное перемешивание. Продолжительность процесса – 48 ч. Увеличение продолжительности процесса (более 48 ч) не приводит к большему накоплению редуцирующих веществ в растворе.

После завершения стадии отдельного гидролиза в предварительно охлажденную среду вносился посевной материал дрожжевой культуры. Сбраживание, совмещенное с осахариванием, проводилось в анаэробных статистических условиях в течение 5 суток. Продолжительность стадии гидролиза 8–15 часов создает неблагоприятные условия для жизнедеятельности продуцента. Это объясняется высокой вязкостью среды из-за большого количества негидролизованного субстрата. Наибольшее количество клеток дрожжей наблюдается при 72-часовом несовмещенном гидролизе (30,5 млн КОЕ/мл), однако количество почкующихся клеток в этом случае не является максимальным.

УДК 676.023.1

Фадин А.Ф.

Термодинамические функции процесса взаимодействия целлюлозы с водой после шоковой заморозки волокнистого целлюлозного материала

Научный руководитель: И.И. Осовская

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна,
г. Санкт-Петербург

Кафедра физической и коллоидной химии

Проблема модификации целлюлозы диктуется необходимостью создания новейших экологически безопасных технологий переработки целлюлозы с использованием физических методов воздействия [1, 2]. На сегодняшний день актуальной задачей является получение распушенной целлюлозы для санитарно-гигиенических изделий разового пользования в условиях аэродинамического метода разделения волокон с сохранением целостности целлюлозного волокна.

Измерения теплот смачивания и снятие изотерм десорбции паров воды выявили прямую зависимость измеряемых величин от условий низкотемпературной обработки. На основании экспериментальных данных рассчитаны термодинамические функции гидратации воды целлюлозой, подвергнутой шоковой заморозке в широком диапазоне влажности, температур и времени обработки. При расчете термодинамических функций использовалось уравнение $\Delta\bar{G} = \Delta\bar{H} - T\Delta\bar{S}$. Значение $\Delta\bar{H}$ находили путем графического дифференцирования кривых зависимости теплового эффекта от влагосодержания. Изменение дифференциальной свободной энергии $\Delta\bar{G}$ определяли по изотермам сорбции водяного пара по уравнению $\Delta\bar{G} = -RT \ln P/P_0$.

Выявлены оптимальные условия замораживания влажных целлюлозных волокон (время, температура, влажность) для улучшения гидрофильности целлюлозы. Установлено минимальное содержание воды при различных условиях низкотемпературной обработки целлюлозы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Антонова В.С., Осовская И.И. Измерение площади поверхности и пористости целлюлозы при низкотемпературной обработке // Материалы VIII Всероссийской конференции с международным участием "Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья", Барнаул: изд-во Алт. ун-та, 2020, с.207-209.
2. Ю. Б. Грунин, Л. Ю. Грунин, В. И. Таланцев, Р. Г. Сафин, Д. Б. Просвирников. Исследование влияния замораживания на состояние связанной воды в волокнах древесной целлюлозы // Вестник Казанского технологического университета. 2014. № 1. Т. 17. С. 46-48.

УДК: 581.1:631.87:633.853.494

Федоренко Ольга Григорьевна

Влияние некорневых обработок на урожайность ярового рапса

Научные руководители: Ю.С. Королёва¹, Т.И. Смирнова²

ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, г. Тверь

Кафедра растениеводства и технологий переработки льна¹

Кафедра агрохимии, земледелия и лесопользования²

По сравнению с другими микроэлементами в большем количестве растения нуждаются в боре. Он поглощается в форме борат-анионов, которые могут образовывать хелатные комплексы с некоторыми эффективными хелатантами. К числу таких веществ относятся наиболее безопасные в экологическом плане комплексоны, производные янтарной кислоты, например, этилендиаминдиантарная кислота (ЭДДЯК).

В 2023 году был заложен полевой опыт на кафедре растениеводства и технологий переработки льна. Объектом исследования явился гибрид ярового рапса Траппер. Схема опыта включала следующие варианты некорневой обработки: 1 - вода (0), 2 - борная кислота (H_3BO_3), 3 - В-ЭДДЯК, 4 – ЭДДЯК. Вегетирующие растения в фазе бутонизации опрыскивали растворами H_3BO_3 , ЭДДЯК, В-ЭДДЯК с концентрацией 0,001 моль/л; в контроле – H_2O_{dist} из расчёта 100 мл/м².

Некорневая обработка растений рапса оказала существенное влияние на урожайность семян. Ее повышение на 3,6 % вызвала обработка раствором борной кислоты, а обработка раствором В-ЭДДЯК на 40,5%. Это объясняется большей доступностью для растений микроэлементов в составе хелатных комплексов. В этом варианте не только бор, но и лиганд – ЭДДЯК оказывают при попадании в растительные клетки самостоятельное стимулирующее действие. Наибольший положительный эффект в представленном исследовании обеспечила обработка вегетирующих растений некоординированным комплексом ЭДДЯК. Увеличение урожайности рапса на 144% в данном варианте опыта, по-видимому, можно рассматривать как двойное воздействие этой синтетической аминокислоты. Во-первых, при попадании в клетки надземной части растений ЭДДЯК подвергается ферментативной деградации с образованием продуктов, являющихся естественными для растения метаболитами. Во-вторых, при некорневой обработке часть используемого раствора неизбежно попадает в почву. При этом ЭДДЯК, как и другие комплексоны, переводит различные микроэлементы, содержащиеся в почве в составе нерастворимых соединений в форму растворимых и доступных для растений комплексонатов.

УДК: 66.092.097

Федоров Максим Олегович

Торрефикация отходов деревообработки

Научный руководитель: А.А. Степачёва

Тверской государственный технический университет, г. Тверь
Кафедра биотехнологии, химии и стандартизации

Торрефикация определяется как термический процесс преобразования биомассы в биоуголь [1]. Торрефикация - это мягкий процесс пиролиза, который происходит при температурах от 200 до 300 °С [2] в условиях дефицита кислорода в течение 0,5–2 ч. В конце процесса торрефикации компоненты гемицеллюлозы, лигнина и целлюлозы разлагаются и выделяется большое количество летучих соединений. Газообразными продуктами торрефикации являются в основном CO₂ и CO, небольшое количество CH₄ и H₂ [3]. Торрефицированная биомасса имеет более низкие атомные соотношения O/C и H/C, что делает ее похожей на уголь. Параметры процесса торрефикации, такие как температура, время выдержки, скорость нагрева, содержание влаги в биомассе, размер частиц, оказывают прямое влияние на конечные свойства торрефицированной биомассы [63].

В данной работе изучен процесс торрефикации отходов лиственных и хвойных пород биомассы (кора, древесные опилки). Процесс получения биоугля проводился в муфельной печи при ограниченном доступе кислорода при 250 °С. Было изучено влияние добавок на процесс торрефикации. В качестве добавок использовались нитраты кобальта, никеля и железа, а также тетраэтоксисилан. Измельченные древесные отходы были обработаны растворами добавок в течение 15 минут при интенсивном перемешивании, затем проводилась сушка и торрефикация полученных образцов. Было изучено влияние добавок на выход биоуглей, их текстурные характеристики (площадь поверхности, пористость, морфология), а также прочностные характеристики.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ (22-79-10096)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Hu Y., Wang S., Wang Q., He Z., Abomohra A.E-F., Cao B. // Cellulose 2019. № 26. С. 8475–8487.
2. Acharya B., Sule I., Dutta A. // Biomass Conv. Bioref. 2012. № 2. С. 349–369.
3. Chen D., Gao A., Cen K., Zhang J., Cao X., Ma Z. // Energy Convers. Manag. 2018. № 169. С. 228–237.
4. Abdulyekeen K.A., Umar A.A., Patah M.F.A., Daud W.M.A.W. // Renew. Sustain. Energy Rev. 2021. № 150. 111436.

УДК: 544.478

Федяков Иван Евгеньевич

Роль оксида палладия в процессе получения пропилена из этилена на катализаторе PdO-Re₂O₇/WO₃-Al₂O₃

Научный руководитель: А.А. Сенин

МИРЭА – Российский технологический университет, г. Москва
Институт тонких химических технологий им. М.В. Ломоносова

Пропилен играет большую роль в современной нефтехимической промышленности и является базовым сырьем при производстве полипропилена, изопропилового спирта, каучука, растворителей, моторных топлив и т.д. В данный момент времени ведутся исследования, целью которых является высокоэффективное получение пропилена не только пиролизом, но и глубоким каталитическим крекингом, дегидрированием пропана, а также процессом метатезиса бутенов-2 [1].

Основная задача нашей работы - выявление оптимального состава катализатора путём проведения сравнительных испытаний с различным содержанием оксида палладия на установке при лучших условиях: получение пропилена из этилена с максимальными значениями селективности и конверсии следует проводить при температуре 100 °С, давлении 4 МПа и времени реакции, не превышающем 2 часа [2].

Таблица 1.

Испытания гетерогенного катализатора PdO-Re₂O₇/WO₃-Al₂O₃ с различным содержанием оксида палладия в процессе получения пропилена из этилена

Содержание PdO, %	Время, мин	Конверсия этилена, %	Селективность, %	
			C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀
5	60	12,4	92,5	7,5
5	120	12,0	89,2	10,5
10	60	28,5	85,5	13,0
10	120	18,2	84,5	14,5
25	60	25,4	79,3	18,9
25	120	22,6	64,9	31,4

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Mol J.C. Industrial applications of olefin metathesis // J. Mol. Catal. A: Chem. 2004. Vol. 213. P. 39–45
2. Федяков И.Е., Сенин А.А. Кинетические закономерности получения пропилена из этилена на гетерогенном катализаторе PdO-Re₂O₇/WO₃-Al₂O₃ // Материалы Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Ломоносов-2023», секция «Химия». – М.: Издательство «Перо», 2023. – 121 МБ. [Электронное издание] – С. 343.

УДК: 66.094.55

Феофанова Ярослава Валерьевна

Особенности синтеза полимерстабилизированных каталитических систем жидкофазного гидрирования бензола

Научный руководитель: А.В. Быков

Тверской государственной технической университет, г. Тверь
Кафедра Биотехнологии, химии и стандартизации

Гидрирование ароматических углеводородов и их производных является одним из важнейших процессов получения ценных продуктов в нефтехимической, медицинской, фармацевтической промышленности и тонком органическом синтезе. В рамках работы был исследован процесс гидрирования бензола в присутствии полимерстабилизированных платина- и никельсодержащих каталитических систем.

В ходе исследования были получены платина- и никельсодержащие полимерстабилизированные каталитических системы. Было изучено влияние на процесс гидрирования природы металла и способа синтеза катализатора, а также действие каталитических ядов на процесс жидкофазного гидрирования бензола в присутствии синтезированных каталитических систем. В качестве азотсодержащих и серусодержащих модельных каталитических ядов исследованы трибутиламин, пиридин и дибензотиофен. Каталитические системы до и после каталитического цикла охарактеризованы методами инфракрасной спектроскопии диффузного отражения и рентгенофотоэлектронной спектроскопии. Содержание металла оценивалось по данным рентгенфлуоресцентного анализа.

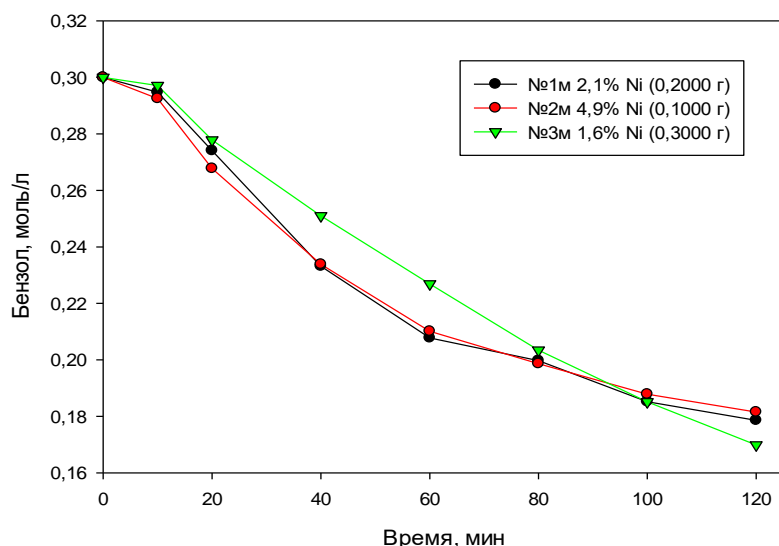


Рис. Кинетические кривые жидкофазного гидрирования бензола молекулярным водородом в присутствии никельсодержащих каталитических систем

В ходе исследования было показано, что химическое восстановление никеля в среде полимерной матрицы более эффективно, чем его восстановление молекулярным водородом в газовой фазе, а способ введения прекурсора металла и процедура его химического восстановления влияют на содержание металла в катализаторе и активность катализатора в исследуемом процессе.

УДК: 66.095.26

Харитоновна Виктория Геннадьевна

Получение наночастиц на основе пэгилированного этил-2-цианакрилата

Научный руководитель: И.А. Хотина

Институт элементоорганических соединений имени А. Н. Несмеянова РАН, г. Москва
Лаборатория стереохимии сорбционных процессов

К двойной связи этил-2-цианакрилата (ЭЦА) в присутствии кислотного катализатора, коим выступает *p*-толуолсульфокислота (ПТСК) присоединяли полиэтиленгликоль (ПЭГ) с различной длиной цепи. В результате получают новые уникальные мономеры (рис). Полученное соединение жидкое, по консистенции похожее на масло. Его получение и структура подтвердились методами ЯМР, ИК, а также с помощью элементного анализа.

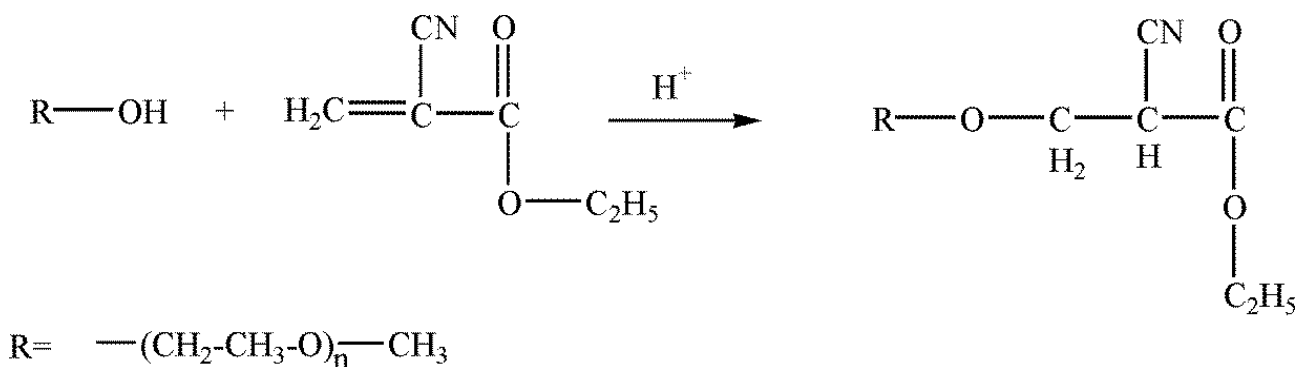


Рис. Присоединение ПЭГа к ЭЦА по двойной связи, с получением нового мономера. *n* звеньев может составлять 3, 7, 13 и 34.

Полученные таким образом соединения полимеризуются по механизму поликонденсации, с отщеплением ранее присоединенного ПЭГа так, что он остается присоединенным только к одному концу макромолекулы. Для полимеризации мономер по каплям при постоянном перемешивании добавляют в этанол, затем отфильтровывают и дополнительно промывают от ПЭГа этанолом. Полимер представляет собой белое твердое вещество, которое затем подвергалось вакуумной сушке и исследовалось методами ИК, ЯМР, элементным анализом, а также ГПХ.

Для получения наночастиц полимер растворяли в тетрагидрофуране (ТГФ), а затем при ультразвуковой обработке добавляли в дистиллированную воду. После этого ТГФ упаривают и в итоге получают аполискирующий раствор частиц в воде. Их размеры и способности к инкапсулированию исследовались методом динамического светорассеяния, а также ТЭМ.

УДК: 54.062

Хомякова Карина Николаевна^{1,2}

Определение содержания азота в клубнях картофеля

Научные руководители: В.М. Никольский¹, М.Н. Павлов²

¹ Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра неорганической и аналитической химии

² Тверская государственная сельскохозяйственная академия, г. Тверь
Лаборатория биотехнологий

Азот – это один из основных элементов минерального питания картофеля. Азот входит в состав белков, пигментов, витаминов и других соединений, составляющих основу цитоплазмы и играющих большую роль в обмене веществ. При недостатке азота в питательной среде содержание азотистых веществ в картофеле снижается и растение развивается слабо. Однако избыточное поступление азота так же неблагоприятно, поскольку замедляется развитие клубней. Для правильной организации азотного питания необходимо контролировать содержание азота в клубнях.

Для проведения анализа клубней картофеля сортов Гала, Сюрприз и Северное сияние был использован титриметрический метод (ГОСТ 13496.4-2019), а также, в качестве экспериментального экспресс-метода, был применен электронно-зондовый рентгеноспектральный микроанализ.

Таблица 1.

Результаты титриметрического анализа по методу Кьельдаля

Сорт	№ образца	Массовая доля азота в пробе, %	Среднее значение, %	Погрешность, %	Результат, %
Гала	1	0,273	0,270	0,059	0,27±0,06
	2	0,267			
Сюрприз	1	0,304	0,301	0,059	0,30±0,06
	2	0,298			
Северное сияние	1	0,280	0,285	0,059	0,29±0,06
	2	0,289			

Таблица 2.

Результаты электронно-зондового рентгеноспектрального микроанализа

Сорт	№ образца	Содержание азота, вес. % (на натуральную влагу)							
		Спектр 1	Спектр 2	Спектр 3	Спектр 4	Спектр 5	Спектр 6	Спектр 7	Спектр 8
Гала	1	0,83	1,12	0,85	0,99	1,31	1,51	0,88	1,17
	2	0,96	0,92	1,01	0,24	0,72	0,99	0,98	0,93
	диапазон	0,24 – 1,51							
Сюрприз	1	1,07	0,89	-	0,84	1,13	-	0,90	1,02
	2	0,79	0,81	1,08	0,83	-	0,75	0,85	-
	диапазон	0,75 – 1,13							
Северное сияние	1	-	-	0,73	-	-	1,02	-	0,94
	2	-	1,13	-	-	1,03	-	-	-
	диапазон	0,73 – 1,13							

Исследования выполнены при финансовой поддержке гранта РФФ № 23-76-01058

УДК 547-304.2

Цветкова Ирина Владимировна

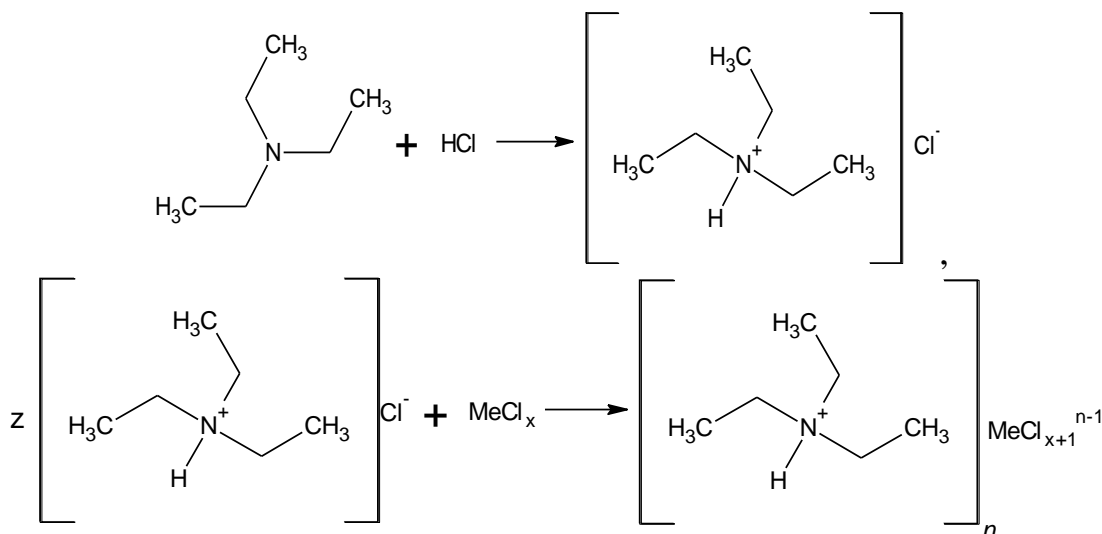
Получение металлных ионных жидкостей на основе четвертичной соли аммония

Научный руководитель: О.Е. Журавлев

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра органической химии

Металлные ионные жидкости представляют собой класс ионных жидкостей, состоящих из металлного аниона и органических катионов. В качестве металлных анионов могут быть использованы различные металлы, такие как никель, железо, марганец, цинк, кобальт и другие. Данный класс ионных жидкостей обладает уникальными физико-химическими свойствами, в числе которых высокая термическая стабильность, низкая вязкость, хорошая проводимость, а также магнитные свойства.

Целью данной работы является получение металлных ионных жидкостей на основе триэтиламина с анионами: FeCl_4^- , ZnCl_4^{2-} , CoCl_4^{2-} , MnCl_4^{2-} , NiCl_4^{2-} .



где Fe: $x=2$, $n=1$; Co, Mn, Ni, Zn: $x=3$, $n=2$, $z=2$

Металлные ионные жидкости были получены в две стадии. На первой стадии была проведена реакция протонирования триэтиламина соляной кислотой. На второй стадии из гидрохлорида триэтиламмония получены тетрагалогенметаллные ИЖ. С солями Ni и Zn синтез проводили в твердой фазе, для солей Fe, Co, Mn, реакцию проводили в растворителе (ацетонитрил).

Все синтезированные соединения охарактеризованы по температуре плавления, структура всех полученных соединений подтверждена данными ИК-спектроскопии и спектроскопии в видимой области.

УДК: 678, 677.017

Цыганков Матвей Максимович

Релаксация напряжений синтетических комплексных нитей и полотен из сверхвысокомолекулярного полиэтилена

Научный руководитель: В.В. Васильева

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и
дизайна, г. Санкт-Петербург

Кафедра технологии и художественного проектирования трикотажных изделий

При переработке и при эксплуатации различные материалы подвергается напряжениям, далеких от своих предельных значений. С целью изучения поведения синтетических нитей в данных условиях были изучены их упруго-релаксационные характеристики.

Образцы для исследования были предоставлены НПО Спецматериалы г. Санкт-Петербург, и представляли собой сверхвысокопрочные нити, произведенные из высокомолекулярного полиэтилена, а также полотна из них.

Были получены и проанализированы семейства кривых релаксации напряжений при различных нагрузках, вплоть до предразрывных значений. По завершению исследований свойств нитей и полотен из СВМПЭ было установлено, что процесс релаксации напряжений имеет затухающий вид, при котором самое интенсивное изменение величины напряжений происходит за первую минуту релаксации. По полученным данным из этих испытаний были построены зависимости остаточных деформаций от достигнутых деформаций. Уже на первоначальных стадиях и по мере увеличения нагрузок происходит накопление остаточного компонента деформации практически по линейному закону.

Большое значение имеет высокий уровень ориентационной вытяжки фибриллярного строения. За счет деструкционных процессов и скольжения микрофибрилл относительно друг друга на всех уровнях заданной деформации накапливались большие значения остаточных деформаций.

УДК: 544.163.2

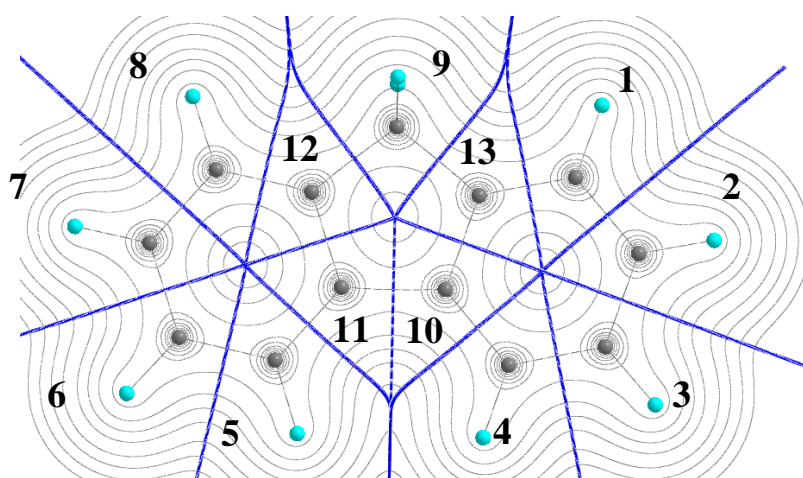
Чернов Александр Петрович

Исследование электронного строения молекулы флуорена

Научный руководитель: Е.М. Чернова

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра общей физики

Флуорен является базовым соединением, замещенные которого широко используются как красители, элементы для солнечных панелей, индикаторов и др. На рисунке представлено распределение $\rho(r)$ флуорена, серые сферы – атомы С, голубые – атомы Н, синим обозначены границы раздела (атомных групп) в рамках QTAIM.



Равновесная геометрия флуорена получена Gaussian'03 методом B3LYP 6-311++G(3df,3pd). Разбиение молекулярной электронной плотности на фрагменты (атомы и группы атомов) и вычисление интегральных параметров (заряд $q(R)$) и объем $V(R)$) этих фрагментов производилось в программе AIMALL (см. Таблицу).

Симметрия параметров QTAIM соответствует типу симметрии молекулы (C_{2v}), в связи с чем группы с одинаковыми параметрами снесены в одну ячейку таблицы.

Таблица.

Параметры QTAIM атомных групп флуорена

	1СН, 8СН	2СН, 7СН	3СН, 6СН	4СН, 5СН	9СН ₂	10С, 11С	12С, 13С
q , а.е.	0,000	-0,002	0,002	0,003	0,078	-0,018	-0,024
$-E$, а.е.	39,467	39,427	38,712	38,712	39,273	38,154	38,155
V , Å ³	19,89	19,91	19,84	19,86	23,91	10,54	10,43

Цифрами обозначены положения атомов углерода в флуорене (см. рисунок)

Метиновые группы (СН) флуорена, соответствующие аналогичным бензола (с интегральными параметрами $q(\text{СН})=0,000$ а.е., $V(\text{СН})=19,86$ Å³) находятся в положениях 3,4,5,6. Высокая подвижность электронной плотности ($q(\text{СН}_2)=0,078$ а.е) группы 9СН₂ находится в соответствии с данными о реакционной активности этой группы. По сравнению со стандартным значением объема СН₂ в алканах параметр этой группы в флуорене больше на 0,4 Å³.

УДК: 532.133

Чигасов Михаил Юрьевич, Клейменова Ольга Викторовна

Зависимость реологических свойств от способа проведения синтеза однокомпонентных полиуретановых клеев

Научный руководитель: Ю.Т. Панов

«Владимирский государственный университет имени
Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», г. Владимир
Институт архитектуры, строительства и энергетики
Кафедра химических технологий

Большинство однокомпонентных клеев предназначены для переработки аппаратным методом. Важной характеристикой для переработки таким способом являются реологические характеристики системы, одной из которых - вязкость клеевой композиции. Основное влияние на вязкость композиции оказывают следующие факторы: содержание изоцианатных групп, процентное содержание растворителей, наличие пластификаторов, природа исходных веществ. На ряду с показателями, связанные с природой компонентов, входящих в композицию и их количеством существенное влияние на вязкость оказывает способ проведения синтеза. Способ проведения синтеза, напрямую обуславливает структурный и количественный рост основной молекулы. Меняя способ проведения, можно определить необходимый скелет и молекулярную массу основного вещества.

Целью данной работы является выявить зависимость вязкости композиции от структуры образовавшейся молекулы и ее молекулярной массы, полученной при различных способах проведения синтеза.

Для исследования была выбрана рецептура однокомпонентного полиуретанового клея, содержащая простой полиэфир с молекулярной массой 2000 и изоцианат с содержанием изоцианатных групп 31%. Было проведено несколько экспериментальных синтезов клеевых композиций. Синтезы проводились с различными этапами (количественными и временными) смешения основных компонентов, при этом время и температура ведения синтеза оставались постоянными. В ходе исследований, было выявлено, что многоэтапная загрузка изоцианата в полиол способствует образованию клеевой композиции с более широким массовым распределением, чем в случае одноэтапной (одновременной) загрузке. Наличие в композиции большого количества длинноцепных молекул, обуславливает повышенную вязкость композиции. Получена клеевая композиция с вязкостью в 1,5 раза превышающая исходную.

УДК 53.085

Шалаев Антон Михайлович

Программно-аппаратный комплекс для индикации результатов физических измерений

Научный руководитель: А.И. Иванова

Тверской государственной университет, г. Тверь
Кафедра прикладной физики

Активное развитие программируемых измерительных средств открывает новые возможности для совершенствования способов и техник физических измерений, разработки соответствующих аппаратных и программных решений.

Основная задача настоящей работы – создание программно-аппаратного комплекса (ПАК) для индикации результатов при изучении динамики связанных тел с помощью машины Атвуда. Разработка ПАК включала несколько этапов: определение метрологических параметров электронного блока управления и подсчёта времени, создание корпуса с переключателями и элементами индикации, программное подключение физических внешних сигналов формата QuartusII к плате CycloneIVE. При запуске ПАК фотоэлектрические датчики машины Атвуда считывают и посылают сигнал на устройство, с программируемой логической интегральной схемой (ПЛИС), сигнал обрабатывается и посылает полученные данные на монитор. На мониторе показываются результаты измерений, которые можно анализировать и делать выводы по ходу выполнения исследований.

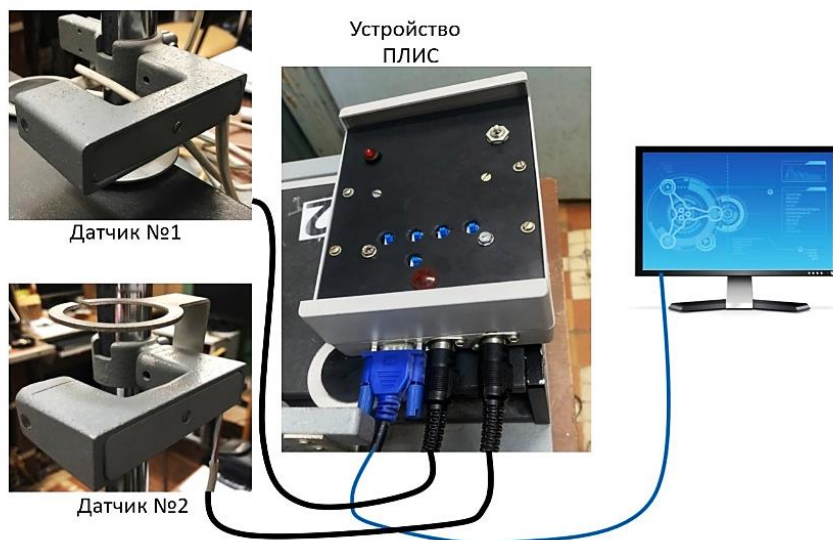


Рис. Схема программно-аппаратного комплекса.

Созданный ПАК является безопасной, мобильной и компактной лабораторной установкой, позволяющей фиксировать результаты нескольких измерений, что заметно ускоряет и упрощает выполнение поставленных задач исследователем.

УДК: 620.179.118

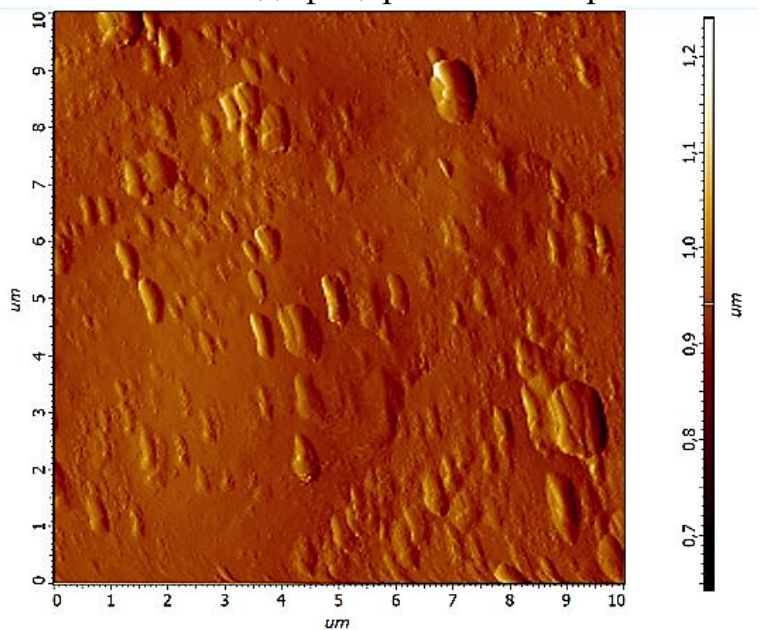
Шамарина Карина Алексеевна¹**Применение атомно-силовой микроскопии для определения микрогеометрических параметров полимерного композита**Руководители: Веролайн Н.В.¹, Кузнецова Ю.В.²

Тверской государственной университет, г.Тверь

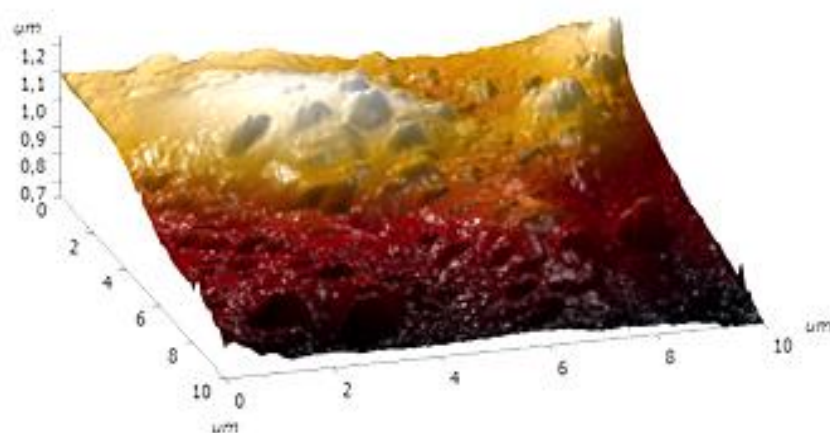
¹Кафедра органической химии, ²кафедра физики конденсированного состояния

Шероховатость поверхности играет важную роль в определении эксплуатационных свойств материала. Она напрямую влияет на износостойкость и прочность, а также имеет важное значение для химической стойкости материала.

Исследования поверхности полимера проводились с помощью сканирующего зондового микроскопа Solver P47 в полуконтактном режиме. В качестве исследуемого образца использовалась пленка Лестосила СМ (с 40% наполнением модифицированным карбонильным железом).



Результаты исследования были представлены в виде топографических карт и трехмерных изображений (рис.1), которые позволяют увидеть морфологию поверхности и ее особенности. Данные сканирования были обработаны в программе Image Analysis P9 для получения информации о микрогеометрических параметрах.



Было установлено, что значение средней шероховатости поверхности составило 51,443 нм, значение истинной площади поверхности составило 102,083 мкм².

Рис.1. Скан поверхности композита (размер 10×10 мкм).

УДК 620.30

Шарапова Анна Андреевна

Синтез стабильных коллоидных растворов наночастиц оксида цинка и серебра

Научный руководитель: Е.В. Кудрявцева, А.А. Буринская

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, г. Санкт-Петербург
Кафедра химических технологий им. А.А. Хархарова

В настоящее время проблема возникновения новых штаммов бактерий, вирусов и плесневых грибов, резистентных к имеющимся антимикробным препаратам, является актуальной. Наночастицы металлов и их оксидов являются перспективными антимикробными агентами, эффективными в отношении широкого спектра штаммов микроорганизмов.

В данной работе используется химический синтез наночастиц ZnO и Ag, являющийся более предпочтительным, благодаря своей универсальности, масштабируемости и экономичности. Химический метод позволяет контролировать размер и форму образующихся наночастиц, что является важными параметрами, влияющими на их свойства и применение.

В качестве прекурсора использовали сульфат цинка $ZnSO_4$ (0,0002–0,0008 М) и нитрат серебра $AgNO_3$ (0,0002–0,0004 М), восстановитель – D-глюкоза $C_6H_{12}O_6$. Синтез проводили в водных средах: поливиниловый спирт (3 %), лигносульфонат (1 %), при pH 9–10. Спектры поглощения коллоидных растворов, полученные с использованием спектрофотометра УФ-6700, показали экстинкцию при длине волны $\lambda \approx 400$ –440 нм, что соответствует

поверхностному плазмонному резонансу серебра, а также при $\lambda = 305$ –320 нм, что характерно для растворов, содержащих наночастицы ZnO. Размеры наночастиц, определенные на электронном микроскопе Merlin, составили в среднем 20 нм (рис.). Полученные коллоидные растворы наночастиц проявили стабильность в течение 4 месяцев исследования. Синтезированные наночастицы ZnO и Ag могут быть использованы в медицине и в других отраслях в качестве антибактериального и противогрибкового агента.

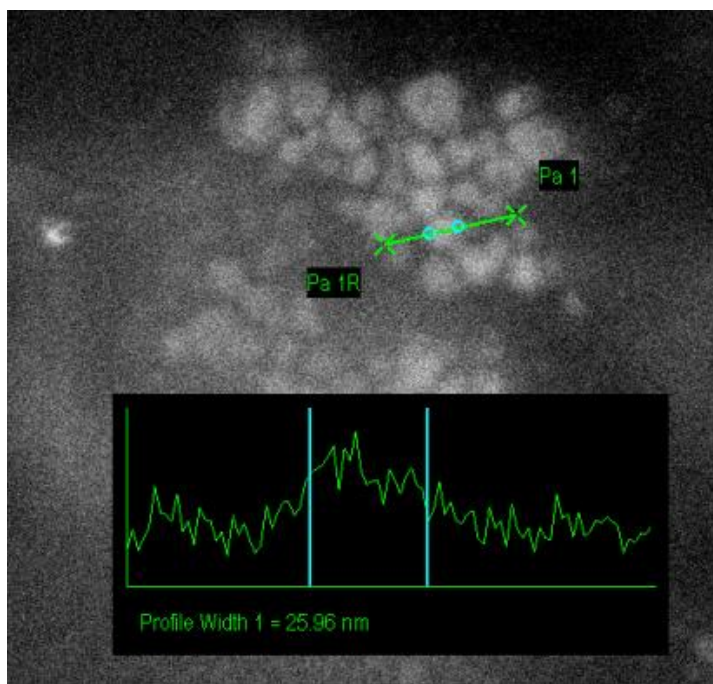


Рисунок – микрофотография наночастиц ZnO и Ag

УДК: 544.163.2: 544.122.4

Шебеченкова Александра Николаевна

Сравнение методов оптимизации конформеров пропанола-1

Научный руководитель: Н.П. Русакова

Тверской государственной университет, г. Тверь
Кафедра физической химии

Девять конформеров пропанола-1 получены внутренним вращением вокруг связи $\beta\text{C}-\alpha\text{C}$ фрагмента ($-\text{H}_2\beta\text{C}-\alpha\text{CH}_2-$) и $\alpha\text{C}-\text{O}$ образованной группой αCH_2 и гидроксилом. Ротамеры с взаимным расположением групп OH и CH_3 , H и C_2H_5 в *trans* (*tr*), *gosh*⁺ (*g*⁺), *gosh*⁻ (*g*⁻) позициях: *tr-tr*, *tr-g*⁺, *tr-g*⁻, *g*⁺-*tr*, *g*⁻-*tr*, *g*⁻-*g*⁻, *g*⁺-*g*⁺, *g*⁻-*g*⁺, *g*⁺-*g*⁻ оптимизированы методами ВЗLYP, Hartree Fock и M06. Для всех равновесных конфигураций посчитаны заряды групп $q(R)$ с помощью «квантовой теории атомов в молекулах» и сведены в Таблицу 1. Заряды групп, полученные с использованием функционала ВЗLYP, взяты за реперные.

Таблица.

Заряды групп $q(R)$ конформеров пропанола-1 в разных методах оптимизации

		Конформеры				
		<i>tr-tr</i> (I)	<i>tr-g</i> ⁺ , <i>tr-g</i> ⁻ (II)	<i>g</i> ⁺ - <i>tr</i> , <i>g</i> ⁻ - <i>tr</i> (III)	<i>g</i> ⁻ - <i>g</i> ⁻ , <i>g</i> ⁺ - <i>g</i> ⁺ (IV)	<i>g</i> ⁻ - <i>g</i> ⁺ , <i>g</i> ⁺ - <i>g</i> ⁻ (V)
ВЗLYP	CH_3	-0,005	-0,001	0,009	0,010	-0,015
	βCH_2	0,062	0,025	0,049	0,015	0,038
	αCH_2	0,494	0,529	0,492	0,528	0,529
	OH	-0,551	-0,553	-0,551	-0,552	-0,552
HF	CH_3	-0,011	-0,005	0,009	0,010	-0,020
	βCH_2	0,075	0,028	0,056	0,014	0,043
	αCH_2	0,611	0,653	0,610	0,652	0,653
	OH	-0,675	-0,677	-0,675	-0,677	-0,676
M06	CH_3	-0,006	0,000	0,009	0,010	-0,016
	βCH_2	0,061	0,022	0,048	0,013	0,037
	αCH_2	0,514	0,549	0,511	0,546	0,548
	OH	-0,569	-0,571	-0,568	-0,569	-0,569

Самые большие отклонения $q(R)$ от реперных значений получились у моделей, оптимизированных в HF (Таблица). Отклонения в M06 для групп CH_3 , βCH_2 , αCH_2 , OH составило 0,001 а.е., 0,003 а.е., 0,019 а.е. и 0,018 а.е. соответственно. Применение на этапе оптимизации геометрии соединений методов M06 и ВЗLYP дает сходные заряды групп конформеров пропанола-1 и позволяет подобно описать распределение электронной плотности и связанные с этим свойства.

УДК 543.552

Шевченко Мария Александровна

Вольтамперометрическое определение йода в пищевых добавках

Научный руководитель В.Г. Алексеев

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра неорганической и аналитической химии

Методом инверсионной вольтамперометрии с использованием анализатора ТА-Lab («НПП «Томьаналит») выполнено определение содержания йода в йодсодержащих пищевых добавках «Умный ребенок® Банан-Яблоко», PRO-MAX Fucus, Vertera Forte, Vertera Forte «Вишня» производства фирмы «Vertera». Определение выполнено в соответствии с методическими указаниями МУ 31-07/04 Определение йода в пищевой продукции, Методика внесена в Федеральный реестр методик измерений под номером: ФР.1.31.2004.01166 «Методика выполнения измерений содержания йода в пищевых продуктах, продовольственном сырье, кормах и продуктах их переработки, лекарственных препаратах, витаминах, БАДах, биологических объектах (моча) методом инверсионной вольтамперометрии на анализаторах типа ТА» (свидетельство об аттестации №31-07/04 от 11.06.2004 г.). Результаты анализа представлены в таблице. Во всех случаях содержание йода в образцах соответствует допустимому интервалу.

Название	Найдено \bar{x} , мг/кг	Заявлено производителем, мг/кг
Smart Kid® «Банан-яблоко»	1,172 ± 0,041	1,100
Vertera Forte «Вишня»	4,160 ± 0,165	4,200
Промак Фукус	51,067 ± 1,805	50,000
Vertera Forte	9,367 ± 1,006	9,000



УДК: 631.871

Шелков Георгий Андреевич

Переработка отходов фармацевтического производства с получением стимуляторов роста растений

Научный руководитель: Е.В. Ожимкова

Тверской государственной технической университет, г. Тверь
Кафедра биотехнологии, химии и стандартизации

В условиях изменения экологической обстановки происходит уменьшение растительных ресурсов, и проблема их рационального использования стоит очень остро. Поэтому изыскание возможностей эффективного использования отходов фармацевтического производства является актуальной задачей. Одним из вариантов переработки растительных отходов фармацевтического производства является получение стимуляторов роста растений.

В практике растениеводства активно применяют антиоксиданты различной природы, главным образом, для увеличения устойчивости растений к действию стрессоров биогенной и абиогенной природы. Наибольшее внимание сосредоточено на использовании природных антиоксидантов. К ним относятся аскорбиновая кислота, γ -глутаминилцистеинилглицин (глутатион), витамин Е, каротиноиды и др. Эти соединения не обладают мутагенным действием, не проявляют высокую токсичность и могут быть пригодны для применения в качестве стимуляторов роста растений

В данной работе исследовали антиоксидантную активность водных экстрактов, полученных из отходов фармацевтического производства, таких как шрот корня женьшеня, шрот плодов перца стручкового, шрот ротокана, шрот чемерицы. В ходе поисковых экспериментов варьировались вид растительного сырья, соотношение «сырье:экстрагент» и продолжительность экстракции. Для каждого вида шрота экспериментально подобраны условия, обеспечивающие получение экстрактов с наибольшей антиоксидантной активностью, которую анализировали перманганатным методом [1]. Высокая антиоксидантная активностью полученных экстрактов позволяет рассматривать их в качестве перспективных стимуляторов роста растений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Нилова Л.П. Определение антиоксидантной активности порошков из растительного сырья перманганатным методом // Торгово-экономические проблемы регионального бизнес пространства. 2015. С. 118-122.

УДК: 678, 677.017

Шидловский Тимофей Денисович

**Упруго-релаксационные свойства синтетических комплексных нитей
из сверхвысокомолекулярного полиэтилена и полотен на их основе**

Научный руководитель: В.В. Васильева

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и
дизайна, г. Санкт-Петербург

Кафедра производства и применения полимеров

В условиях переработки и последующей эксплуатации материалы не редко подвергаются длительному нагружению, далекому от разрывных значений. Для изучения поведения материалов в таких условиях были изучены их упруго-релаксационные свойства в режиме «релаксация деформаций – эластическое восстановление».

Образцы для исследования были предоставлены НПО «Спецматериалы», г. Санкт-Петербург, и представляли собой сверхвысокопрочные нити из высокомолекулярного полиэтилена, а также полотна из них.

Были получены и проанализированы семейства кривых «релаксация деформаций – эластическое восстановление» в широком диапазоне нагрузок. По результатам этих испытаний были построены зависимости остаточных деформаций от достигнутых деформаций. В результате исследований упруго-релаксационных свойств нитей и полотен из СВМПЭ было установлено, что остаточные деформации у нитей и полотен наблюдаются уже на самых ранних стадиях деформирования и накапливаются практически по линейному закону по мере увеличения приложенных напряжений.

Большие значения накопленных остаточных деформаций обусловлены особенностями микрофибриллярного строения. А именно недостаточная степень связанности элементов микроструктуры приводит к их проскальзыванию друг относительно друга на всех этапах деформирования. Также свой вклад в существенную ползучесть материала вносят и деструкционные процессы, происходящие в микрофибриллах.

УДК 539.5:535.2

Шидловский Тимофей Денисович

Молекулярная подвижность в приповерхностных нанослоях реакторных порошков СВМПЭ как критерий их пригодности к монолитизации

Научный руководитель: Л.П. Мясникова

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии, г. Санкт-Петербург

В последнее время активно развивается твердофазный способ переработки сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ) в высокопрочные высокомодульные нити непосредственно из реакторных порошков (РП) СВМПЭ путем их монолитизации и последующей ориентационной вытяжки. Очевидно, что молекулярная подвижность в приповерхностных слоях порошков должна играть значительную роль в залечивании межчастичных границ при компактировании и спекании РП в прочный монолит для эффективного ориентационного упрочнения. Проведено сравнительное исследование молекулярной подвижности в приповерхностных нанослоях РП СВМПЭ, синтезированных на разных катализаторах и монолитизированных в разных температурно-временных условиях. Молекулярную подвижность в приповерхностных нанослоях изучали методом плазмоиндуцированной термолюминесценции (ПИТЛ) на оригинальном приборе Нанолюминограф, созданном в ФТИ им.А.Ф.Иоффе и запатентованном в России и США.

Записаны кривые свечения от компактированных и спеченных РП, синтезированных на металлоценовых катализаторах (серия 4838, получена от ИСПМ им. Ениколопова) и Циглер-Наттовских катализаторах (серия 3659, получена из Новосибирска, Институт катализа им. Борескова). Найдено, что интенсивность свечения РП 3659, даже после спекания компакта (Рис.) при 127°C под давлением 95МПа (Рис.1_2) остается выше, чем интенсивность РП 4838, просто компактированного при комнатной температуре (Рис.1_3). Это свидетельствует о наличии большего количества концов молекул, изогнутых сегментов и иррегулярных конформеров на поверхности РП 3659 по сравнению с РП 4838. Действительно, первые хуже компактируются и спекаются, оставаясь непрозрачными и хрупкими. Обсуждаются причины наблюдаемых эффектов.

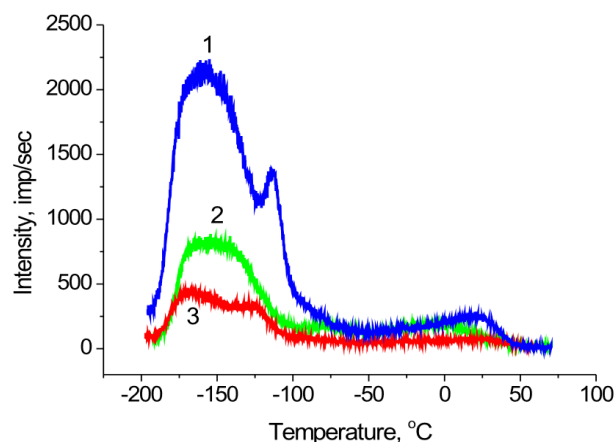


Рис. Кривые свечения компактированного (1) и спеченого (2) РП 3659, а также компакта РП 4838 (3).

УДК: 537.622

Шонов Александр Александрович

Микроструктура и магнитные характеристики соединений (Ho_{1-x}Y_x)_{0,8}Sm_{0,2}Fe₂

Научный руководитель: А.Ю. Карпенков

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра физики конденсированного состояния

Целью настоящей работы является комплексное исследование фазового состава, кристаллической структуры, магнитных свойств многокомпонентных сплавов кубической симметрии (Ho_{1-x}Y_x)_{0,8}Sm_{0,2}Fe₂. (x=0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0).

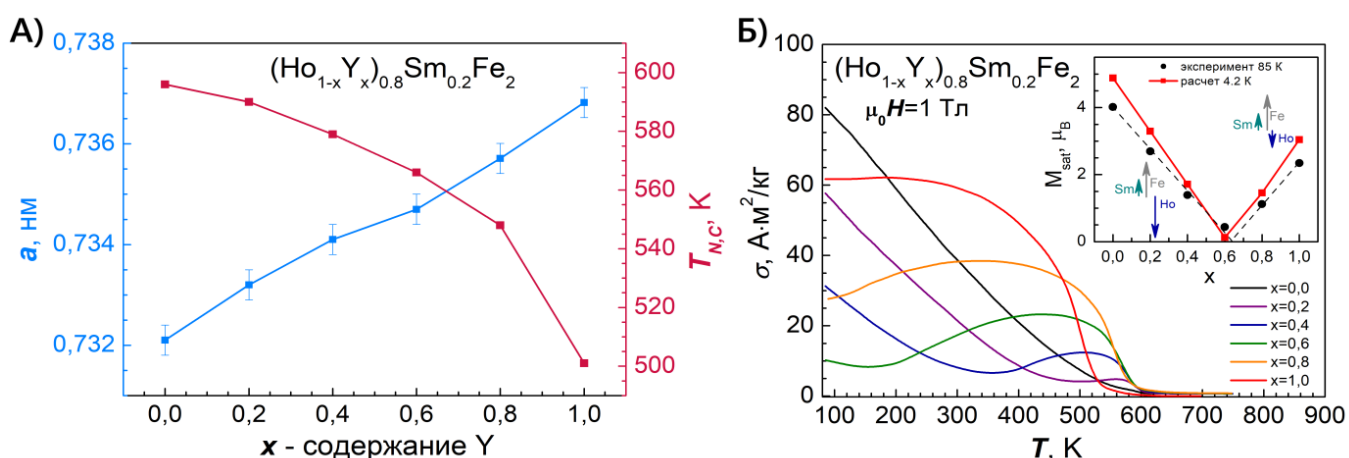


Рис. А Концентрационные зависимости параметра кристаллической решетки (синяя кривая) и температуры Кюри (красная кривая) соединений (Ho_{1-x}Y_x)_{0,8}Sm_{0,2}Fe₂;

Б температурные зависимости удельной намагниченности соединений (Ho_{1-x}Y_x)_{0,8}Sm_{0,2}Fe₂. Вставка: рассчитанная концентрационная зависимость суммарного магнитного момента ($M_{sat}(x)$) при 4,2 К и экспериментальное значение намагниченности насыщения (M_{sat}) при температуре 85 К для системы (Ho_{1-x}Y_x)_{0,8}Sm_{0,2}Fe₂.

Данное явление имеет важное практическое значение: варьируя концентрации атомов замещения вблизи компенсирующего состава, можно регулировать величину спонтанной намагниченности.

Исследования выполнены при поддержке Минобрнауки РФ в рамках выполнения государственного задания в сфере научной деятельности (проект № 0817-2023-0006).

Исследования проведены в лабораториях электронной микроскопии и магнитных материалов Центра коллективного пользования Тверского государственного университета

УДК:547.9:577.11

Щёктова Татьяна Андреевна

Выделение меланина из продуктов жизнедеятельности *Galleria Mellonella* под действием ультразвука

Научный руководитель: Е.А. Прутенская

Тверской государственный технический университет, г. Тверь
Кафедра биотехнологии, химии и стандартизации

Меланины - обширная группа коричневых и черных природных пигментов, широко представленных в тканях растений и животных, обладающие широким спектром биологической активности. По структуре меланины представляют собой фенольные полимеры. Меланины находят свое применение в косметической, пищевой, сельскохозяйственной промышленности, а также в области медицины и фармацевтики.

В рамках данных исследований осуществлено выделение меланина из продуктов жизнедеятельности *Galleria mellonella* под действием ультразвука. Использование продуктов жизнедеятельности в качестве источника меланина является экономически выгодным. Содержание меланина в продукте жизнедеятельности зависит от условий культивирования большой восковой моли, а выход продукта - от способов выделения меланина из образцов. Существует проблема выделения и очистки меланина, так как меланин по своей природе является аморфным веществом. Многие способы выделения меланина требуют дополнительную стадию его очистки от побочных продуктов.

Продукты жизнедеятельности большой восковой моли обрабатывали 0,1 н раствором NaOH. Экстракцию проводили под действием ультразвука при разном времени выдерживания (от 5 до 30 мин.) при соотношении массы продукта к массе NaOH 1:40. После экстракции отмечали температуру раствора для сравнения результатов. Затем осуществляли фильтрование. Полученный фильтрат осаждали концентрированной соляной кислотой в соотношении 1:70. Меланин выпадал хлопьевидным осадком. Затем производили отделение осадка от раствора посредством центрифугирования в течение 5 минут при 6000 об/мин. Полученный осадок высушивали. Меланин представлял собой порошок темно-коричневого цвета. Было проведено сравнение данных при обработке ультразвуком и без. При 20 минутах содержание меланиновых веществ в продукте жизнедеятельности моли составил 18%, без использования ультразвука - 8,5%. Таким образом, ультразвук является фактором интенсификации процесса экстракции меланиновых веществ из продукта жизнедеятельности моли.

УДК: 544.169; 547.745

Щенухина Алина Сергеевна

Электронные характеристики 2 оксопирролина и его этил-, винилзамещенных

Научные руководители: Н.П. Русакова, В.В. Туровцев

Тверской государственной университет, г.Тверь
Тверской государственной медицинский университет, г.Тверь

Получены интегральные электронные характеристики групп (заряды $q(R)$, объёмы $V(R)$, распределение спиновой плотности неспаренного электрона $\delta(R)$) 2-оксопирролина (I), 2-оксо-3-метилпирролина (II), 2-оксо-4-винилпирролина (III) (Таблица). Значение параметра $\delta(R)$ показывает распределение электрона примерно в равных долях между группами 2CO, 5CH и 3C/3CH и делокализацию радикального центра в структурах I-III.

Таблица:

Заряды ($q(R)$), объёмы ($V(R)$) и спиновая плотность ($\delta(R)$) групп* 2-оксопирролина (I), 2-оксо-3-метилпирролина (II), 2-оксо-4-винилпирролина (III)

	1NH	2CO	3C 3CH	4C 4CH	5CH	6CH=7CH ₂	6CH ₃
$q(R)$, а.е.							
I	-0,753	0,189	0,028	0,039	0,497	—	—
II	-0,761	0,175	-0,019	0,020	0,481	—	0,104
III	-0,751	0,181	0,021	0,016	0,508	0,026	—
$V(R)$, Å ³							
I	19,31	27,30	20,21	20,14	18,38	—	—
II	19,36	27,28	10,80	20,20	18,49	—	32,42
III	19,31	27,29	20,04	10,70	18,18	49,03	—
$\delta(R)$							
I	0,05	0,31	0,29	-0,02	0,37	—	—
II	0,04	0,31	0,29	-0,04	0,37	—	0,03
III	0,05	0,30	0,28	-0,01	0,36	0,02	—

*в затемненных ячейках показаны параметры, соответствующие выделенным группам первой строки, нумерация атомов С от N вправо по кольцу, затем в заместителе

Винильный и метильный заместители оказывают влияние на заряды и объёмы групп кольца по сравнению с I. Так в II и III перераспределение электронной плотности с CH₃ и CH=CH₂ в сторону цикла снижает заряды групп 4CH на 0,019 а.е. и 3CH на 0,007 а.е. соответственно; уменьшает значение $q(2CO)$ в II и III на 0,014 а.е. и 0,008 а.е. (Таблица). В II максимальные значения у $V(1NH)$, $V(4CH)$ и $V(5CH)$; Воздействие объема винила в III на $V(3CH)$ и $V(5CH)$ отражено в их минимальных значениях.

УДК 541.127

Эсауленко Мария Александровна

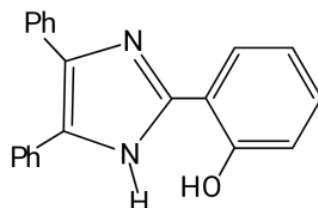
Применение флуориметрического метода в виде комплексов с органическими реагентами для количественного анализа и исследования окислительного растворения серебра

Научный руководитель: С.Л. Горцевич

Тверской государственный технический университет, г. Тверь
Кафедра химии и технологии полимеров

В работе изучена возможность применения новых органических реагентов для флуориметрического определения микроколичеств серебра в различных объектах. Разработана методика количественного и качественного анализа растворов окислительного растворения серебра при образовании разнолигандных комплексов с применением флуориметрического метода с имидазолом.

В качестве комплексообразующих реагентов использовали 4,5-дифенил-2(2-гидроксифенол)имидазол (Im):



Для установления возможности комплексообразования и определения состава комплексов ионов Ag (I), с изученными реагентами было произведено исследование методом вращающегося диска растворов ($C_{Me}=10^{-5}$ моль/л) с варьируемыми соотношениями «металл-реагент».

Наличие в исследуемых органических реагентах сопряжения бензольных колец с гидроксо-группами, а также гетероциклического азота позволяет предположить их способность к флуоресценции. Спектры флуоресценции комплекса Ag–Im расположены в длинноволновой области спектра ($\lambda_{max} = 430$ нм); при комплексообразовании также наблюдается bathochromное смещение спектров эмиссии флуоресценции по отношению к спектру чистого реагента. При исследовании комплексов Ag–SCN–Im установлено, что стоксовское смещение составило 190 нм.

По спектрам эмиссии флуоресценции комплексов изученных реагентов с ионами серебра можно сделать вывод о том, что флуоресцирующие комплексы образуются при соотношении 1:1, что является доказательством предполагаемой координации ионов серебра у гетероциклического атома азота за счет его донорных свойств.

Данная работа выполнена на кафедре «Химия и технология полимеров» ТвГТУ

УДК 544.623

Юлмасов Глеб Сергеевич

Электропроводность N-алкилпиридиниевых металлосодержащих ионных жидкостей в растворах ацетонитрила

Научный руководитель: О.Е. Журавлев

Тверской государственный университет, г. Тверь
Кафедра органической химии

Ионные жидкости (ИЖ) – это класс соединений с широкой перспективой практического применения. Они представляют собой органические соли с температурой плавления ниже 100 °С. Одним из подклассов ИЖ являются металлосодержащие ионные жидкости (МИЖ), содержащие атом металла в составе аниона. Добавление металла в ИЖ позволяет модифицировать их свойства, открывая дополнительные перспективы применения.

В настоящей работе были проведены измерения удельной электропроводности (ЭП) растворов ряда ИЖ в ацетонитриле с общей формулой $[PyrC_nH_{2n+1}]_2[MCl_4]$, где M – Ni, Mn и Co, а также исходных четвертичных солей пиридиния – $[PyrC_nH_{2n+1}][Cl]$. Установлена зависимость удельной ЭП соединений от концентрации и температуры.

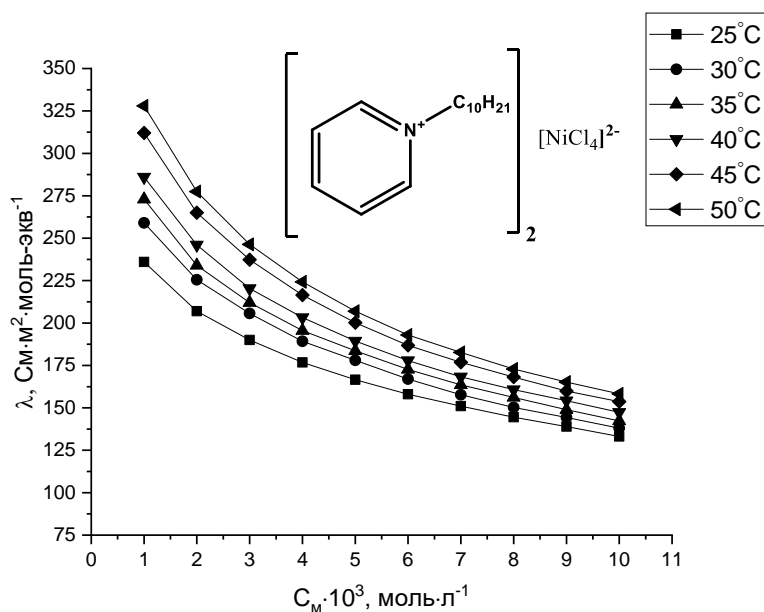


Рис. 1 График зависимости эквивалентной электропроводности тетрахлороникеллата N-децилпиридиния от концентрации и температуры

На основе измерений была рассчитана зависимость эквивалентной ЭП от концентрации и температуры. Это позволило рассчитать ряд физико-химических свойств соединений: константы ионной ассоциации (K_a), предельные молярные ЭП (λ_0), а также энергия Гиббса ассоциации (ΔG).

УДК 577.15.08

Яковлева Анна Алексеевна

Совместная иммобилизация глюкооксидазы и пероксидазы на магнитных наночастицах

Научный руководитель: О.В. Гребенникова

Тверской государственный технический университет, Тверь
Кафедра Биотехнологии, химии и стандартизации

Глюкозооксидаза и пероксидаза корня хрена – это окислительно-восстановительные ферменты, которые успешно могут применяться для создания биосенсоров, в синтезе биологически активных соединений, биоремедиации и др. В присутствии глюкооксидазы глюкоза способна окисляться до глюконолактона и восстанавливать кислород до пероксида водорода. Последний способен окислять 2,2'-азино-бис-(3-этилбензтиозолин-6-сульфоукислоты)диаммониевую соль в присутствии пероксидазы. В результате этого окисления получается продукт, который можно определять с помощью колориметрии. Каскад этих реакций предполагает совместное использование глюкооксидазы и пероксидазы для синтеза биокатализатора, который можно использовать для получения глюкозного биосенсора и в процессе биоремедиации.

В данной работе исследовалась биокаталитическая система на основе глюкооксидазы и пероксидазы в двух последовательных реакциях – окислении D-глюкозы и 2,2'-азино-бис-(3-этилбензтиозолин-6-сульфоукислоты)-диаммониевой соли. Оптимальным значением рН при использовании нативных форм ферментов является 7.2. При больших значениях рН, возможно происходит денатурация белковых молекул ферментов.

Одной из проблем применения ферментов в качестве катализаторов является их иммобилизация на твердом носителе для увеличения термостабильности, простоты разделения катализатора и реакционной смеси и для обеспечения возможности многократного использования гетерогенной системы. В данной работе мультиферментная система была иммобилизована на магнитные наночастицы. После иммобилизации на магнитные наночастицы рН оптимум сдвинулся до 6.5, что возможно, связано с изменением белковой конформации ферментов после иммобилизации.

Биокаталитические системы на основе оксидоредуктаз можно применять для создания биосенсоров для обнаружения глюкозы, а также для очистки сточных вод от токсичных фенольных соединений.

УДК: 544.478.02

Яшина Марина Валерьевна

Влияние метода синтеза на текстурные характеристики катализаторов на основе шунгита

Научный руководитель: А.А. Степачёва

Тверской государственной технической университет, г. Тверь
Кафедра Биотехнологии, химии и стандартизации

Каталитические процессы составляют основу химической технологии. В большинстве процессов используются гетерогенные катализаторы, нанесенные на углеродный носитель. Активность и селективность применяемых катализаторов являются наиболее важными факторами для достижения высокоэффективного процесса промышленного производства. Катализаторы на основе углеродных носителей, таких как активированный уголь, углеродные нанотрубки и фуллерен, обеспечивают высокую селективность по целевому продукту и, благодаря их большой удельной поверхности, высокую скорость реакции.

Природные углеродные материалы, такие как антрацит и шунгит обладают теми же свойствами, что и синтетические углеродные материалы (активированные угли, углеродные нанотрубки, фуллерены и т.д.), но в силу натурального происхождения могут включать минеральные компоненты (в основном, оксиды металлов), которые придают этим материалам дополнительные свойства и могут оказывать влияние на активность полученных катализаторов.

В данной работе проводится сравнение текстурных характеристик и состава никельсодержащих катализаторов, нанесенных на шунгит. Синтез катализаторов проводился двумя методами: (i) пропитки носителя по влагоемкости водным раствором солей никеля с последующим прокаливанием и (ii) методом осаждения гидроксидов из растворов солей никеля в среде субкритической воды с последующим прокаливанием (гидротермальный метод). Сравнение проводилось по пористости и удельной площади поверхности полученных каталитических систем, а также по полноте осаждения никеля. Исследовалось влияние соли-прекурсора металла и времени контакта с носителем на состав и текстурные характеристики каталитических систем.

Авторский указатель:

<i>Аверкина М.А.</i> 20	<i>Гаврилова Е.П.</i> 62	<i>Кербер М.Л.</i> 28
<i>Агоева Э.А.</i> 21	<i>Гагай О.О.</i> 63	<i>Керышев А.В.</i> 98
<i>Акинчиц М.В.</i> 22	<i>Галицкий Д.А.</i> 64	<i>Киреев Е.С.</i> 99
<i>Андреев А.А.</i> 23	<i>Галузин И.Р.</i> 65	<i>Клейменова О.В.</i> .. 100, 215
<i>Андреанова Я.В.</i> 42, 49	<i>Гарюк И.Д.</i> 66	<i>Козликова Е.Е.</i> 101
<i>Анофриев В.А.</i> 24	<i>Герасимов Д.И.</i> 67	<i>Колобков В.В.</i> 102
<i>Ануфриев А.С.</i> 25	<i>Гладкова Л.А.</i> 68	<i>Королёв А.И.</i> 103
<i>Арефьев А.А.</i> 26	<i>Глинский Д.Р.</i> 131	<i>Корпакова Т.Н.</i> 104
<i>Арлакова Е.А.</i> 27	<i>Голец А.А.</i> 69	<i>Корцов Д.А.</i> 91
<i>Атамас К.А.</i> 28	<i>Голубев Д.И.</i> 70	<i>Косолапов Н.А.</i> 105
<i>Афанасьева Т.М.</i> 29	<i>Горбань А.П.</i> 71	<i>Косячкова В.И.</i> 106
<i>Афаунов Ш.А.</i> 30, 143	<i>Горбунова И.Ю.</i> 28	<i>Кофейникова А.М.</i> 107
<i>Балагова М.З.</i> 31	<i>Григорьев Р.Е.</i> 72, 166	<i>Кочерова В.А.</i> 108, 109
<i>Балакишина Д.В.</i> 32	<i>Грипенко А.В.</i> 73	<i>Кравец О.Б.</i> 110
<i>Балтачева С.А.</i> 33	<i>Гурьева С.А.</i> 74	<i>Криворотова Е.А.</i> 111
<i>Баранник А.А.</i> 34	<i>Гусева Д.Д.</i> 75	<i>Крюков Т.В.</i> 112
<i>Баранова А.Е.</i> 35	<i>Дмитриева А.А.</i> 76	<i>Кудласевич И.А.</i> 113
<i>Баржеев А.Д.</i> 36	<i>Дожделев А.М.</i> 23	<i>Кудрян А.В.</i> 114
<i>Барсукова В.В.</i> 37	<i>Домакова А.И.</i> 77	<i>Кузнецова Е.Д.</i> 115
<i>Басалаев А.В.</i> 38	<i>Дударева Е.А.</i> 78	<i>Кузнецова Л.С.</i> 116
<i>Белавенцева О.А.</i> 39	<i>Дудиловская А.В.</i> 79	<i>Кузьмин Н.Б.</i> 119, 120
<i>Белькова Е.Ю.</i> 40	<i>Дьякова Е.В.</i> 80	<i>Кузьмина О.Е.</i> 117, 118
<i>Беляева Е.А.</i> 41	<i>Егорова А.Д.</i> 81	<i>Кузьпелев Н.А.</i> 121
<i>Беляков А.А.</i> 42	<i>Егорова К.А.</i> 82	<i>Кулагина П.В.</i> 122
<i>Бесшапошникова Д.А.</i> .. 43	<i>Егорова У.В.</i> 83	<i>Кулебакина Е.Б.</i> 123
<i>Бондарь А.А.</i> 44	<i>Емельянова С.Д.</i> 84	<i>Левицкая А.В.</i> 124
<i>Борисов А.К.</i> 45	<i>Ершов Н.А.</i> 85	<i>Липатова Е.Е.</i> 125
<i>Бородина А.М.</i> 46	<i>Жанситов А.А.</i> 21, 30, 143, 198	<i>Лисицкий Т.М.</i> 126
<i>Брусов В.В.</i> 43	<i>Жиганова А.О.</i> 86	<i>Ломоносов Г.Д.</i> ... 127, 164
<i>Бугрова Е.В.</i> 47	<i>Зварич М.С.</i> 87	<i>Лукиев И.В.</i> 141
<i>Булкина А.Э.</i> 48	<i>Зеников Г.Р.</i> 88	<i>Любимов П.И.</i> 128
<i>Бурлаков Е.С.</i> 49	<i>Зимин Р.В.</i> 89	<i>Мавренкова Н.А.</i> 129
<i>Буслаев Д.Л.</i> 50	<i>Зиновьев Н.А.</i> 90	<i>Майфат Д.А.</i> 130
<i>Варзар А.А.</i> 51	<i>Змановский Р.А.</i> 91	<i>Макулин А.А.</i> 131
<i>Васильева Д.В.</i> 52	<i>Зорин Д.Р.</i> 92	<i>Мальшиев М.Д.</i> 132
<i>Велмурадов А.А.</i> 53, 54, 55	<i>Иванова А.А.</i> 93	<i>Мартынов И.А.</i> 133
<i>Вересов С.А.</i> 56, 175	<i>Ильинова К.О.</i> 94	<i>Маслякова Е.С.</i> 134
<i>Виноградов И.О.</i> 57	<i>Кадомцев А.А.</i> 95	<i>Меденков В.Д.</i> 135
<i>Волкова В.М.</i> 58	<i>Кадомцева А.В.</i> 95, 104	<i>Механников И.А.</i> 136
<i>Вольга А.А.</i> 59	<i>Каракеян И.В.</i> 96	<i>Минеева Т.А.</i> 137
<i>Воробьева А.Д.</i> 60	<i>Кафтанов А.Д.</i> 97	<i>Миронова С.В.</i> 138
<i>Воробьева А.О.</i> 61		<i>Митина Е.Б.</i> 139

Митинев Е.С..... 145	Салазкин Н.С..... 170	Трофимова Е.Н..... 201
Митченко А.С..... 140	Сальников Д.В. 171	Туманов Г.А..... 202
Михайлов И.В..... 141	Самсонова К.А. 172	Туманова Г.А..... 60
Мишурина Т.Р..... 142	Себряков В.Е..... 173	Уварова С.С..... 203
Мусов И.В..... 30, 143	Селезней А.И. 174	Уткина А.В. 204
Мусов Х.В. 143	Сергеев Н.К. 63	Фадин А.Ф..... 205
Назарова П.А. 144	Серов С.В..... 56, 175	Федоренко О.Г..... 206
Непица Н.И. 145, 146	Симшаг Ю.В..... 176	Федоров М.О..... 207
Носаева В.С. 147	Сироджов Ю.М. 177	Федяков И.Е..... 208
Огнев Д.Д..... 148	Склярова А.С. 178	Феофанова Я.В. 209
Оликсюк А.В..... 149	Слонов А.Л. 30, 143, 198	Харитонов В.Г..... 210
Орлов А.А. 151	Смирнова К.А. 179	Хомякова К.Н..... 211
Орлов В.В. 150	Смирнова М.П..... 180	Хохлова Е.В. 28
Орловская А.А. 152	Смородинова Я.А. 181	Цветкова И.В. 212
Павлов А.В..... 154	Смотров В.А. 182	Цыганков М.М. 213
Павлов А.С. 153	Соколов В.А. 183	Чернов А.П..... 214
Павлов Д.А..... 155	Солдатова А.Г. 184	Чигасов М.Ю. 100, 215
Плахотник В.А..... 156	Сорокина П.А. 185	Шалаев А.М. 216
Полев О.В. 157	Спиридонова Ю.В. 186	Шамарина К.А..... 217
Полунин С.В. 28	Степаков Д.А. 187	Шарапова А.А..... 218
Полякова Е.Э. 158	Степанов М.Г. 188	Шебеченкова А.Н. 219
Попова Т.О..... 159	Сутугина К.А. 189	Шевченко М.А..... 220
Ригер Е.Н..... 160	Сухорукова А.А..... 190	Шелков Г.А..... 221
Рихмайер А.М. 161	Тактаров А.А. 146	Шидловский Т.Д. 222, 223
Рихмайер М.А. 162	Тарабанова А.А. 191	Шонов А.А..... 224
Рябчикова А.В. 163	Тарасова А.А. 22	Щёктова Т.А. 225
Рязанова А.Ю. 69	Терешина Е.Д. 192	Щенухина А.С. 226
Савельев Я.П. 127, 164	Терновская С.В. 193, 194	Эсауленко М.А. 227
Савенко А.О. 165	Тищенко В.С. 195	Юлмасов Г.С..... 228
Савина К.Г. 72, 166	Ткаченко С.В. 196, 197	Яковлева А.А. 229
Савицкая Ю.А. 167	Тлугов А.Ф. 143, 198	Яшина М.В. 230
Садеков Б.Г..... 168	Токарев Г.Г..... 199	
Садертдинова Д.В..... 169	Топытчак А.М..... 200	

Тезисы поступили в редакцию 01.04.2024

Подписаны в печать 18.05.2024

Подписано к использованию 18.06.2024.

Электронный образовательный ресурс. Заказ № 166
Издательство Тверского государственного университета.
Адрес: 170100, г. Тверь, Студенческий пер. 12, корпус Б.
Тел. (4822) 35-60-63.