

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ОТДЕЛЕНИЕ ХИМИИ И НАУК О МАТЕРИАЛАХ

НАУЧНЫЙ СОВЕТ РАН ПО ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫМ СОЕДИНЕНИЯМ

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА

ИНСТИТУТ ЭЛЕМЕНТОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ
ИМЕНИ А.Н. НЕСМЕЯНОВА

РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ



ШЕСТАЯ ВСЕРОССИЙСКАЯ КАРГИНСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«Полимеры - 2014»

Том I. Программа конференции и
сборник тезисов пленарных, приглашённых,
и устных докладов

МОСКВА

27 января – 31 января 2014 г

Организационный комитет

Хохлов А.Р. – председатель
Зезин А.Б. – зам. председателя
Черникова Е.В. – уч. секретарь

Алдошин С.М.
Бакеев Н.Ф.
Берлин А.А.
Гришин Д.Ф.
Иванчев С.С.
Кабанов А.В.
Лебедева И.А.
Лунин В.В.
Музафаров А.М.
Новаков И.А.
Панарин Е.Ф.
Паписов И.М.
Пахомов П.М.
Рюмцев Е.И.
Садовничий В.А.
Сергеев В.Г.
Хаджиев С.Н.
Чалых А.Е.
Ярославов А.А.

Программный комитет

Шибает В.П. – председатель
Озерин А.Н. – зам. председателя
Аржаков С.А. – зам. председателя

Антипов Е.М.
Бадамшина Э.Р.
Билибин А.Ю.
Бирштейн Т.М.
Валуев Л.И.
Варфоломеев С.Д.
Волынский А.Л.
Выгодский Я.С.
Зубов В.П.
Киреев В.В.
Кудрявцев Я.В.
Куличихин В.Г.
Олейник Э.Ф.
Папков В.С.
Пономаренко С.А.
Потемкин И.И.
Семчиков Ю.Д.
Чвалун С.Н.
Юдин В.Е.

Секретариат:

Богомолова О.Э.
Жирнов А.Е.
Панова Т.В.
Спиридонов В.В.

Ефимова А.А.
Лысенко Е.А.
Сыбачин А.В.
Шамардина О.М.

Конференция проводится при партнёрстве и финансовой поддержке



<http://kargin.msu.ru/>

Материалы печатаются в авторской редакции

Дизайн, коррекция и верстка к.х.н. Жирнова А.Е.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ТОМ I

Программа конференции и пленарные доклады (стр.1)

ПРОГРАММА РАБОТЫ СЕКЦИЙ

Приглашённые и устные доклады

Секция 1 «Современные подходы к синтезу и модификации полимеров»	стр.6
Секция 2 «Полимеры в биологии и медицине, биodeградируемые полимеры»	стр.10
Секция 3 «Функциональные полимеры»	стр.12
Секция 4 «Растворы и расплавы полимеров, полимерные гели»	стр.15
Секция 5 «Теория и моделирование полимерных систем и процессов их получения»	стр.17
Секция 6 «Полимерные материалы»	стр.20

Стендовые доклады

Секция 1 «Современные подходы к синтезу и модификации полимеров»	стр.25
Секция 2 «Полимеры в биологии и медицине, биodeградируемые полимеры»	стр.34
Секция 3 «Функциональные полимеры»	стр.40
Секция 4 «Растворы и расплавы полимеров, полимерные гели»	стр.44
Секция 5 «Теория и моделирование полимерных систем и процессов их получения»	стр.47
Секция 6 «Полимерные материалы»	стр.50

ТЕЗИСЫ ПЛЕНАРНЫХ ДОКЛАДОВ (стр. 65)

ТЕЗИСЫ ПРИГЛАШЁННЫХ И УСТНЫХ ДОКЛАДОВ

Секция 1 «Современные подходы к синтезу и модификации полимеров»	стр.86
Секция 2 «Полимеры в биологии и медицине, биodeградируемые полимеры»	стр.129
Секция 3 «Функциональные полимеры»	стр.153
Секция 4 «Растворы и расплавы полимеров, полимерные гели»	стр.184
Секция 5 «Теория и моделирование полимерных систем и процессов их получения»	стр.204
Секция 6 «Полимерные материалы»	стр.234

Авторский указатель (стр.289)

ТОМ II

ТЕЗИСЫ СТЕНДОВЫХ ДОКЛАДОВ

Секция 1 «Современные подходы к синтезу и модификации полимеров»	стр.313
Секция 2 «Полимеры в биологии и медицине, биodeградируемые полимеры»	стр.381
Секция 3 «Функциональные полимеры»	стр.553
Секция 4 «Растворы и расплавы полимеров, полимерные гели»	стр.608
Секция 5 «Теория и моделирование полимерных систем и процессов их получения»	стр.662
Секция 6 «Полимерные материалы»	стр.709

Авторский указатель (стр. 930)

В сборнике принята сквозная нумерация страниц

ПРОГРАММА КОНФЕРЕНЦИИ

Все пленарные заседания будут проходить в Большой химической аудитории (БХА)

Понедельник, 27 января 2014 года

Регистрация участников 9⁰⁰ - 10⁰⁰ (холл БХА), 11⁰⁰ - 17⁰⁰ (оргкомитет: СХА, препаратурская, вход через цокольный этаж)

10⁰⁰ – 12¹⁵	<i>Пленарное заседание, открытие конференции. Председатель А.Р. Хохлов</i>
10¹⁵ – 10⁵⁵	Берлин Александр Александрович «Некоторые перспективы развития полимерных конструкционных материалов»
10⁵⁵ – 11³⁵	Куличихин Валерий Григорьевич , Семаков А.В., Голова Л.К., Скворцов И.Ю., Макаров И.С. «Новые подходы к получению технических нитей на основе ПАН и целлюлозы, как прекурсоров углеродных волокон»
11³⁵ – 12¹⁵	Панарин Евгений Федорович «N-виниламиды с открытой цепью и полимеры на их основе – носители биологически активных веществ»
12¹⁵ – 14¹⁵	<i>Стендовая сессия, кофе-брейк</i>
14¹⁵ – 15⁰⁰	<i>Обед</i>
15⁰⁰ – 17²⁰	<i>Заседания секций: приглашенные и устные доклады</i>
17³⁰ – 19⁰⁰	<i>Фуршет</i>

Вторник, 28 января 2014 года

9³⁰ – 11³⁰	<i>Микросимпозиум, посвященный научной школе академика В.А. Кабанова, пленарное заседание. Председатель И.М. Паписов</i>
9³⁰ – 10¹⁰	Зезин Александр Борисович «Полиэлектролитные комплексы: прошлое, настоящее, будущее»
10¹⁰ – 10⁵⁰	Зубов Виталий Павлович «В.А. Кабанов и вечно живая радикальная полимеризация»
10⁵⁰ – 11³⁰	Кабанов Александр Викторович «Работы В.А. Кабанова как предтеча полимерной терапии и наномедицины»
11³⁰ – 13³⁰	<i>Стендовая сессия, кофе-брейк</i>
13³⁰ – 15⁰⁰	<i>Обед</i>
15⁰⁰ – 19²⁰	<i>Заседания секций: приглашенные и устные доклады</i>

Среда, 29 января 2014 года

$9^{30} - 11^{30}$	<i>Микросимпозиум, посвященный научной школе академика Н.А. Платэ, пленарное заседание. Председатель В.Г. Куличихин</i>
$9^{30} - 10^{10}$	Шибает Валерий Петрович «Жидкокристаллические полимеры – от прошлого к настоящему»
$10^{10} - 10^{50}$	Валуев Лев Иванович «Работы Н.А.Платэ в области биомедицинских полимеров – основа для дальнейшего развития этого научного направления»
$10^{50} - 11^{30}$	Литманович Аркадий Давидович «Развитие теории макромолекулярных реакций»
$11^{30} - 13^{30}$	<i>Стендовая сессия, кофе-брейк</i>
$13^{30} - 15^{00}$	<i>Обед</i> $13^{40} - 14^{30}$ – Семинар компании “Bruker” в препаративной СХА
$15^{00} - 19^{00}$	<i>Заседания секций: приглашенные и устные доклады</i>

Четверг, 30 января 2014 года

$9^{30} - 11^{30}$	<i>Микросимпозиум, посвященный научной школе академика И.М. Лифшица, пленарное заседание.</i> <i>Председатель Т.М. Бириштейн</i>
$9^{30} - 10^{10}$	Гросберг Александр Юльевич «"Последействие" идей и работ И.М.Лифшица в современной физике полимеров и биополимеров»
$10^{10} - 10^{50}$	Ерухимович Игорь Яковлевич «Подход И.М. Лифшица в статистической физике концентрированных полимерных систем»
$10^{50} - 11^{30}$	Кучанов Семен Ильич «Идеи теории неупорядоченных систем в статистической термодинамике полимеров»
$11^{30} - 13^{30}$	<i>Стендовая сессия, кофе-брейк</i>
$13^{30} - 15^{00}$	<i>Обед</i>
$15^{00} - 18^{30}$	<i>Заседания секций: приглашенные и устные доклады</i>
$19^{00} - 20^{30}$	<i>Фуршет</i>

Пятница, 31 января 2014 года

$10^{00} - 12^{40}$	<i>Заседания секций: приглашенные и устные доклады</i>
$12^{40} - 13^{20}$	<i>Кофе-брейк</i>
$13^{20} - 15^{00}$	<i>Пленарное заседание. Председатели А.Р. Хохлов, В.П. Шибает</i>
$13^{20} - 14^{00}$	Музафаров Азиз Мансурович «Перспективы развития силиконов в координатах химии полимеров»
$14^{00} - 14^{40}$	Пономаренко Сергей Анатольевич «Сопряженные олигомеры и полимеры для органической электроники и фотоники»
$14^{40} - 15^{00}$	<i>Заккрытие конференции</i>

ПРОГРАММА ПРИГЛАШЕННЫХ И УСТНЫХ ДОКЛАДОВ

Секция 1 «Современные подходы к синтезу и модификации полимеров»

Все заседания секции будут проходить в Большой химической аудитории

Понедельник, 27 января

Председатель **М.Ю. Заремский**

15⁰⁰ – 15³⁰ Д.Ф. Гришин «Синтез функциональных полимеров в условиях контролируемой радикальной полимеризации с участием металлокомплексов»

15³⁰ – 16⁰⁰ А.В. Якиманский, Т.К. Мелешко, Д.М. Ильгач, Н.Н. Богорад, Н.В. Кукаркина, Т.Д. Ананьева, Л.Г. Клапшина, С.А. Лермонтова, И.В. Балалаева «Новые регулярные полиимидные щетки с боковыми цепями полиметакриловой кислоты: синтез и возможности применения в качестве наноконтейнеров для агентов фотодинамической терапии»

16⁰⁰ – 16²⁰ П.М. Недорезова, А.В. Чапурина, А.Н. Клямкина, А.М. Аладышев, Т.В. Монахова «Сополимеризация пропилена с высшими олефинами в массе пропилена на изоспецифических металлоценовых катализаторах»

16²⁰ – 16⁴⁰ Л.Ю. Устынюк, Э.А. Фушман «Al-содержащие активаторы в реакциях полимеризации этилена: моделирование методом функционала плотности»

16⁴⁰ – 17⁰⁰ А.В. Иванюк, Ю.И. Злобинский, **И.В. Седов**, О.В. Сметанников, И.Э. Нифантьев, Е.О. Перепелицина «Влияние различных факторов на свойства сверхвысокомолекулярного полиэтилена, получаемого под действием титан-магниевого нанокатализатора»

17⁰⁰ – 17²⁰ И.Д. Гришин, И.Т. Чижевский, Д.Ф. Гришин «Эффективные системы на основе металлокарборанов для контролируемого синтеза полимеров»

Вторник, 28 января

Председатель **Д.Ф. Гришин**

15⁰⁰ – 15³⁰ Е.В. Черникова, Е.В. Сивцов «Управляемый синтез сополимеров методом псевдоживой радикальной полимеризации с обратимой передачей цепи»

15³⁰ – 16⁰⁰ М.Ю. Заремский «Полимеризация под действием органоборанов и кислорода воздуха: необычный механизм и синтетические возможности»

16⁰⁰ – 16²⁰ Е.Г. Багрянская, И.А. Кирилук, М.В. Еделева, Д.А. Пархоменко, S.R. Marque «Ключевые реакции в полимеризации контролируемой нитроксильными радикалами и новые подходы к синтезу полимеров с использованием рН-переключаемого гомолиза алкоксиаминов»

16²⁰ – 16⁴⁰ С.В. Колесов, **Н.Н. Сигаева**, А.К. Фризен, И.И. Насибуллин «Радикально-координационная полимеризация виниловых мономеров в присутствии металлоценов»

16⁴⁰ – 17⁰⁰ Б.Н. Ионычев, Н.А. Копылова, Ю.Д. Семчиков «Контролируемая ОПЦ-сополимеризация метилметакрилата и метакриловой кислоты с метилакрилатом»

Председатель А.А. Кузнецов

17¹⁰ – 17⁴⁰ Ал.Ал. Берлин, Е.Ф. Развадовский, А.В. Некрасов «Живая» катионная полимеризация азотсодержащих циклов»

17⁴⁰ – 18⁰⁰ Ю.А. Пискун, И.В. Василенко, К.В. Зайцев, С.С. Карлов, Г.С. Зайцева, **С.В. Костюк** «Контролируемая (со)полимеризация ϵ -капролактона и D,L-лактида в присутствии новых хелатных комплексов Al и Ti (IV): синтез гомополимеров, сополимеров и макромономеров»

18⁰⁰ – 18²⁰ **Д.В. Вишневецкий**, Е.В. Черникова, А.В. Плуталова, Е.В. Сивцов «Амфифильные мультиблок-сополимеры: синтез и свойства»

18²⁰ – 18⁴⁰ **С.М. Кишилов**, Е.В. Черникова, А.В. Плуталова «Сополимеризация акрилонитрила и акриламида в присутствии тритиокарбонатов и термические свойства полученных сополимеров»

18⁴⁰ – 19⁰⁰ **Е.В. Васильева**, С.Д. Зайцев, Н.А. Копылова, Ю.Д. Семчиков «Контролируемая радикальная сополимеризация N-винилпирролидона с трет-бутилметакрилатом в присутствии агентов обратимой передачи цепи»

19⁰⁰ – 19²⁰ **М.А. Бугаков**, Н.И. Бойко, Е.В. Черникова, В.П. Шibaев «Дизайн и синтез жидкокристаллических фотохромных триблок-сополимеров»

Среда, 29 января**Председатель В.В. Киреев**

15⁰⁰ – 15³⁰ **Э.Р. Бадамшина**, М.П. Гафурова, Я.И. Эстрин «Наноккомпозиты на основе полиуретанов и углеродных наночастиц: получение, свойства, применение»

15³⁰ – 16⁰⁰ **В.А. Даванков**, М.П. Цюрупа, Л.Ф. Павлова, А.В. Пастухов, З.К. Блинникова «Синтез, структура и успехи применения сверхсшитых полимеров»

16⁰⁰ – 16²⁰ **В.Н. Кижняев**, Ф.А. Покатилов, Т.Л. Петрова «Подходы формирования тетразолсодержащих сетчатых полимеров»

16²⁰ – 16⁴⁰ П.О. Кущев, **В.А. Кузнецов**, И.В. Благодатских «Синтез нано- и субмикрочастиц поли-N-винилкапролактама в условиях гетерофазной полимеризации»

16⁴⁰ – 17⁰⁰ **Д.А. Сапожников**, Я.С. Выгодский, Т.В. Волкова, О.Н. Забегаева, А.А. Сахарова, В.А. Котельников «Формирование полимерных композитов полимеризацией в присутствии полигетероариленов и наночастиц»

Председатель Я.С. Выгодский

17¹⁰ – 17³⁰ **Н.А. Сивов** «Новые гуанидинсодержащие (со)полимеры на основе гидрофильных и гидрофобных винильных мономеров: синтез и свойства»

17³⁰ – 17⁵⁰ **О.Н. Голодков**, Г.П. Белов «Химическая модификация алифатических поликетонов»

17⁵⁰ – 18¹⁰ **С.А. Курочкин**, Л.И. Махонина, Е.О. Перепелицина, М.Л. Бубнова, В.П. Грачев «Ухудшение термодинамического качества растворителя как метод получения разветвленных полимеров с повышенным содержанием высокоразветвленных макромолекул»

18¹⁰ – 18³⁰ Д.И. Шрагин, В.В. Городов, С.А. Миленин, А.А. Калинина, М.И. Бузин, А.М. Музафаров «Синтез и низкотемпературные свойства поливинилметилдиэтил- и полибензилметилдиэтилсилоксанов»

18³⁰ – 18⁵⁰ А.А. Логунова, Е.В. Сивцов, А.И. Гостев, С.С. Борисюк, В.В. Волков «Влияние ионов меди (II) на традиционную радикальную полимеризацию водорастворимых мономеров и молекулярно-массовые характеристики получаемых полимеров»

Четверг, 30 января

Председатель С.С. Иванчев

15⁰⁰ – 15³⁰ А.Ю. Билибин, Т.М. Щербинина, И.М. Зорин «Осадительная полимеризация поверхностно-активных мономеров с полимеризуемым противоионом»

15³⁰ – 16⁰⁰ А.А. Зезин, В.И. Фельдман, С.С. Абрамчук, С.Б. Зезин «Металлополимерные гибриды: контроль размеров и пространственной организации металлических наночастиц в облученных полиэлектролитах»

16⁰⁰ – 16²⁰ Д.П. Кирюхин «Радиационно-химический синтез и использование теломеров тетрафторэтилена»

16²⁰ – 16⁴⁰ Е.Г. Атовмян, А.А. Грищук, Т.Н. Федотова, Я.И. Эстрин «Жидкофазная анионная полимеризация - новое явление в химии [60]фуллерена»

16⁴⁰ – 17⁰⁰ Е.А. Гринфельд, Л.К. Хватова «Получение синтетических и искусственных карбоксилсодержащих латексов с гетерогенной структурой частиц»

Председатель В.А. Даванков

17¹⁰ – 17³⁰ А.А. Гриднев, С.Д. Иттел, В.П. Мельников «Регио-селективно функционализированные метакрилатные олигомеры»

17³⁰ – 17⁵⁰ К.А. Алферов, О.М. Чуканова О.Н., Голодков, Г.П. Белов «Терполимеризация монооксида углерода с этиленом и другими сомономерами в полярных и малополярных средах»

17⁵⁰ – 18¹⁰ Р.Р. Мубаракшин, О.В. Барнягина, С.С. Галибеев «Получение исходных материалов для биаксиально-ориентированной полипропиленовой пленки в среде углеводородного растворителя»

18¹⁰ – 18³⁰ Ю.В. Шулевич, Ю.А. Захарова, А.В. Навроцкий, И.А. Новаков «Молекулярно-массовые характеристики и свойства катионных полиэлектролитов, полученных радикальной матричной полимеризацией в мицеллярных растворах противоположно заряженных ПАВ»

18³⁰ – 18⁵⁰ М.А. Солдатов, Н.А. Шереметьева, О.А. Серенко, А.М. Музафаров «Синтез новых модификаторов для создания стабильных гидрофобных покрытий на основе эпоксидной смолы»

Пятница, 31 января

Председатель В.А. Васнев

10⁰⁰ – 10³⁰ А.А. Кузнецов, В.В. Каминский «Формирование микроструктуры цепи при получении сополиимидов методом высокотемпературной каталитической поликонденсации»

10³⁰ – 10⁵⁰ А.А. Карякин «Полиазины: новый класс электроактивных полимеров»

10⁵⁰ – 11¹⁰ З.Б. Шифрина, Н.В. Кучкина, Е.Ю. Юзик-Климова, С.А. Сорокина, Л.М. Бронштейн «Пиридилфениленовые дендримеры: синтез и применение»

11¹⁰ – 11³⁰ Шапошникова В.В., Салазкин С.Н., Ткаченко А.С., Лачинов А.Н. «Кардовые полиариленэфиркетоны: синтез и свойства»

11³⁰ – 11⁵⁰ М.А. Обрезкова, Е.А. Ребров, А.М. Музафаров «Синтез триметилсилоксановых производных полиметилсилсесквиоксановых дендримеров»

11⁵⁰ – 12¹⁰ И.С. Сиротин, К.А. Бригаднов, Ю.В. Биличенко, В.В. Киреев «Синтез фосфазенсодержащих эпоксидных олигомеров»

12¹⁰ – 12³⁰ А.А. Калинина, Н.Г. Василенко, Н.В. Демченко, А.И. Демченко, П.А. Стороженко, А.М. Музафаров «Поликонденсация диорганодиалкоксисиланов в активной среде - бесхлорный метод получения полидиорганосилоксанов»

Секция 2 «Полимеры в биологии и медицине, биodeградируемые полимеры»

Все заседания секции будут проходить в 337 аудитории

Понедельник, 27 января

Председатель С.Д. Варфоломеев

15⁰⁰ – 15³⁰ А.А. Попов «Биоразлагаемые композиционные материалы на основе полиолефинов и природных полимеров»

15³⁰ – 16⁰⁰ С.Н. Чвалун «Биосовместимые биоразлагаемые полимеры в регенеративной медицине»

16⁰⁰ – 16³⁰ В.В. Хуторянский «Новые методы синтеза тиолированных наночастиц для применения в качестве мукоадгезивных терапевтических систем»

Вторник, 28 января

Председатель А.Б. Зезин

15⁰⁰ – 15³⁰ Y. Osada «Artificial muscles – soft & wet nano-biomachine of the next era»

15³⁰ – 16⁰⁰ Д.Х. Халиков, Р.М. Горшкова, Х.К. Махкамов, З.К. Мухидинов «Распад протопектина растительных клеток в статике и динамике гидролизующего раствора и некоторые биологические свойства продуктов реакции»

16⁰⁰ – 16²⁰ Н.С. Мелик-Нубаров, Е.Д. Максимова, В.А. Изумрудов, А.А. Никонова, Е.Б. Файзулов, А.А. Ежов «Значение сетчатой структуры катионных наногелей для их способности облегчать доставку нуклеиновых кислот в живые клетки»

16²⁰ – 16⁴⁰ Н.А. Касьяненко, Л.А. Лысякова, П.А. Соколов, З.В. Ревегук, Zhang Qiushi «Многокомпонентные системы на основе ДНК. Формирование, изучение, возможности использования в новых технологиях»

16⁴⁰ – 17⁰⁰ А.В. Сыбачин, О.В. Заборова, Н.С. Мелик-Нубаров, F. Plamper, Д.В. Пергушов, А.А. Ярославов «Комплексы анионных липосом и звездообразных поликатионов как малотоксичные мультифункциональные наноконтейнеры»

17⁰⁰ – 17²⁰ Н.В. Нуколова, В.П. Баклаушев, А.С. Халанский, Т.О. Абакумова, Д.А. Бычков, Н.Ф. Гриненко, И.Л. Губский, А.В. Кабанов, В.П. Чехонин «Векторные наногели для адресной доставки противораковых препаратов в опухоль мозга»

Среда, 29 января

Председатель С.Н. Чвалун

15⁰⁰ – 15³⁰ Р.Ю. Милушева, Ф.Х. Иноятова, В.Н. Рахманова, С.Ш. Рашидова «Перспективные полимерные препараты на основе хитозана *Bombyx mori*»

15³⁰ – 16⁰⁰ П.Д. Решетов, Л.Г. Алексеева, Е.И. Каширина, Д.Ю. Рязанцев, А.В. Прохоров, В.М. Бержец, В.П.Зубов, Е.В. Смирщевская «Система доставки противоаллергенных вакцин на основе наночастиц хитозана/альгината»

16⁰⁰ – 16²⁰ И.Л. Валуев «Химическая модификация белков для программируемого и обратимого изменения их активности»

16²⁰ – 16⁴⁰ В.А. Александрова, Л.Н. Широкова, А.С. Петросян, Г.А. Вихорева «Синтез наночастиц серебра в матрице карбоксиметилхитина и бактерицидная активность полученных нанокompозитов»

16⁴⁰ – 17⁰⁰ С.З. Роговина, К.В. Алексанян, Э.В. Прут «Биоразлагаемые полимерные композиции на основе синтетических и природных полимеров: получение, структура, свойства»

17⁰⁰ – 17²⁰ Д.Ю. Ершов, А.И. Киппер, Боровикова Л.Н., Титова А.В., Писарев О.А. «Синтез и свойства гибридных наноструктур на основе химотрипсина и наночастиц биогенных элементов»

17²⁰ – 17⁴⁰ И.А. Грицкова, **А.А. Ежова**, Е.В. Милушкова «Функциональные полимерные микросферы для создания иммунодиагностических исследований»

Четверг, 30 января

Председатель Л.И. Валуев

15⁰⁰ – 15³⁰ В.Я. Гринберг, А.С. Дубовик, Н.В. Гринберг, Т.В. Бурова, Д.Р. Тур, Н.К. Давыдова, В.С. Папков «Биодеградируемые термочувствительные гидрогели полиаминофосфазенов: энергетика коллапса и взаимодействие с амфифильными лигандами»

15³⁰ – 16⁰⁰ О.А. Писарев «Равновесие, кинетика и динамика сорбции биологически активных веществ на полимерных сорбентах»

16⁰⁰ – 16²⁰ Л.И. Кравец, В.М. Елинсон, Т.В. Рязанцева «Модифицированные в плазме трековые мембраны как дренажный материал для хирургического лечения рефрактерной глаукомы»

16²⁰ – 16⁴⁰ Т.В. Бурова, Н.В. Гринберг, Д.Р. Тур, В.Я. Гринберг, В.В. Василевская, А.С. Дубовик, И.Г. Плащина, Т.В. Лаптинская, А.Р. Хохлов, Y. Xiong, P. Yao «Энергетика и структура самоорганизации белковоподобных и случайных сополимеров N-изопропилакриламида со стиролсульфонатом натрия»

16⁴⁰ – 17⁰⁰ И.В. Осоргина, С.А. Плаксин, И.А. Морозов, В.В. Шадрин «Исследование полиуретановых пленок после нахождения в организме человека»

17⁰⁰ – 17²⁰ В.А. Кузнецов, А.В. Пестов, Ю.Г. Ятлук «Синтез и полимеризация парадиксана, е-капролактона и триметиленкарбоната»

17²⁰ – 17⁴⁰ А.Ю. Беляев, С.Н. Лебедев, А.К. Соколов «Вычислительное моделирование поведения полиуретанового эндопротеза межфалангового сустава пальца»

Секция 3 «Функциональные полимеры для энергетики, электроники, фотоники, мембранных технологий»

Все заседания секции будут проходить в 344 аудитории

Понедельник, 27 января

Председатель С.А. Пономаренко

15⁰⁰ – 15³⁰ С.С. Иванчев «Современное состояние разработки и внедрения полимерных мембранных топливных элементов в водородную энергетику»

15³⁰ – 15⁵⁰ Р.Д. Джатиева, Н.Е. Шубин «Упругие полимерные контакты для сборки радиоэлектронных приборов»

15⁵⁰ – 16¹⁰ С.И. Березнев, Ю. Койс, А. Ярков, А. Эпик, Э. Мелликов «Электроосаждение полипиррола в качестве тыльного контакта для солнечного элемента CdS/CdTe»

16¹⁰ – 16⁴⁰ Takahashi K., Korolev K., Bryuzgin E., Navrotsky A., Novakov I., Oyaizu K., Nishide H. «Radical polymers densely-grafted on a current collector for charge-transport and -storage in organic-based rechargeable devices»

Вторник, 28 января

Председатель А.М. Музафаров

15⁰⁰ – 15³⁰ Н.И. Бойко, М.А. Бугаков, М.Г. Иванов, В.П. Шибеев «Жидкокристаллические гребнеобразные триблок-сополимеры: взаимосвязь молекулярной архитектуры, фазового поведения, морфологии и оптических свойств»

15³⁰ – 16⁰⁰ А.Ю. Бобровский, В.П. Шибеев «Фотохромные ЖК-полимеры и ЖК-фотоактюаторы»

16⁰⁰ – 16³⁰ О.А. Пышкина, К.А. Милакин, И.С. Яременко, В.Г. Сергеев «Полимерные композиционные материалы на основе полианилина и углеродных нанотрубок»

Председатель А.В. Якиманский

16⁴⁰ – 17⁰⁰ Е.В. Агина, А.С. Сизов, Д.А. Анисимов, О.В. Борщев, М.А. Щербина, А.В. Бакиров, Д.Ю. Парашук, С.Н. Чвалун, С.А. Пономаренко «Самоорганизующиеся производные олиготиофенов для монослойной органической электроники»

17⁰⁰ – 17²⁰ О.Э. Богомолова, А.А. Савельева, В.Г. Сергеев «Особенности кислотного допирования олигомеров полианилина низкомолекулярными и полимерными кислотами и свойства продуктов»

17²⁰ – 17⁴⁰ Ж.А. Боева, В.Г. Сергеев «Матричный синтез электропроводящих полимеров. Методы и подходы»

17⁴⁰ – 18⁰⁰ О.В. Синицына, А.Ю. Бобровский, И.В. Яминский, В.П. Шибеев «Управление рельефом поверхности полимерных пленок фотохромных холестериков»

18⁰⁰ – 18²⁰ А.Н. Лачинов, В.М. Корнилов, С.Н. Салазкин «Электронные свойства тонких пленок полиарилефталидов и их интерфейсов»

Среда, 29 января

Председатель А.Ю. Билибин

15⁰⁰ – 15³⁰ Р.В. Тальрозе «Влияние ЖК полимеров и внедренных наночастиц на свойства композитов»

15³⁰ – 16⁰⁰ Ю.В. Костина «Остаточный растворитель в полимерах: особое состояние или частный случай сорбционного равновесия?»

16⁰⁰ – 16²⁰ А.Ю. Алентьев, Н.А.Белов, А.С. Кечежян «Однородная деформация стеклообразных аморфных полимеров как способ регулирования их газотранспортных характеристик»

Председатель А.Ю. Алентьев

16³⁰ – 16⁵⁰ А.Н. Ионов «Возникновение высокопроводящего состояния в полимерном диэлектрике при электризации»

16⁵⁰ – 17¹⁰ А.А. Коссов, В.С. Хотимский «Синтез, структура и свойства сополимеров на основе 1-(3,3,3-трифторпропилдиметилсилил)-1-пропина»

17¹⁰ – 17³⁰ О.В. Борщёв, М.С. Скоротецкий, М.Н. Сурин, А.М. Музафаров, С.А. Пономаренко «Новые разветвленные олигоарилсилановые люминофоры. Синтез, свойства и применение»

17³⁰ – 17⁵⁰ М.А. Щербина, А.В. Бакиров, А.Н. Якунин, U. Beginn, С.Н. Чвалун «Самоорганизующиеся ионные каналы на основе жестких секторообразных дендронов бензолсульфокислоты с неопределёнными алифатическими заместителями»

17⁵⁰ – 18¹⁰ И.А. Макаров, И.М. Зорин, Н.В. Цветков, А.В. Акентьев, А.Ю. Билибин «Формирование макромолекулярных нанобъектов с использованием самоорганизующихся мономеров»

Четверг, 30 января

Председатель Е.И. Рюмцев

15⁰⁰ – 15³⁰ Д. А. Иванов, J.J.H. Rueda, M. Rosenthal, Д.В. Анохин, Н. Zhang, L. Li, X. Zhu, M. Moeller, M. Lingwood, L. A. Madsen «Полимерные мембраны с монодисперсными наноразмерными ионными каналами на основе лиотропных супрамолекулярных комплексов»

15³⁰ – 16⁰⁰ Н.П. Евлампиева, Е.И. Рюмцев «Конформационные и анизотропно-оптические свойства дизамещенных полифосфазенов»

16⁰⁰ – 16²⁰ В.А. Иванов, Л.А. Шелковникова, О.Т. Гавлина, С.И. Каргов, В.В. Милютин, В.М. Гелис, Г.Н. Альтшулер «Селективные полимерные сорбенты для извлечения цезия и рубидия из щелочных растворов»

16²⁰ – 16⁴⁰ С.Ч. Гагиева, В.А.Тускаев «Комплексы хлорида титана(+4) с лигандами ОО-типа в полимеризации олефинов: промотирующая роль хлоридов лития и магния»

16⁴⁰ – 17⁰⁰ Ю.Н. Лупоносов, J. Min, М.С. Полинская, С.J. Vrabes, С.А. Пономаренко «Звездообразные олигомеры на основе трифениламина для солнечных батарей с объемным гетеропереходом»

17⁰⁰ – 17²⁰ А.А. Пахомов «Флуоресцентные дендримеры»

Пятница, 31 января

Председатель В.С. Папков

10⁰⁰ – 10³⁰ В.В. Шевченко, Н.С. Клименко, А.В. Стрюцкий, М.А. Гуменная, В.В. Клепко «Олигомерные ионные жидкости различной молекулярной архитектуры. Синтез и свойства»

10³⁰ – 10⁵⁰ Я.И. Эстрин, Е.Г. Атовмян, Д.Н. Войлов, А.А. Грищук, Е.О. Перепелицина, Г.А. Эстрина «Водорастворимые звездообразные полимеры с фуллереновым ядром на основе акриламидов»

10⁵⁰ – 11¹⁰ С.В. Курмаз, И.С. Кочнева, М.Л. Бубнова, В.А. Лесничая «Полидиметакрилаты, модифицированные макромолекулярными нанообъектами»

11¹⁰ – 11³⁰ Ю.Н. Биглова, В.В. Михеев, Р.С. Зинатуллина, А.Г. Мустафин «Радикально-координационная сополимеризация с участием фуллеренсодержащих мономеров»

11³⁰ – 11⁵⁰ Е.С. Тюрмина, И.Д. Гришин, С.А. Булгакова, Д.Ф. Гришин «Синтез функциональных триблоксополимеров в присутствии рутенакарборанов»

Секция 4 «Растворы и расплавы полимеров, полимерные гели»

Все заседания секции будут проходить в Южной химической аудитории (ЮХА)

Понедельник, 27 января

Председатель В.А. Изумрудов

15⁰⁰ – 15³⁰ С.Г. Полушин, Е.И. Рюмцев «Структурные переходы и ориентационная релаксация в изотропных расплавах полимеров с мезогенными боковыми группами»

15³⁰ – 16⁰⁰ Р.Р. Амиров, Е.А. Бурилова, А.Б. Зиятдинова, А.Н. Солодов, Ю.И. Журавлева «Растворы полиэлектролитов: ЯМР-парамагнитное зондирование, взаимодействие с металлокомплексами»

16⁰⁰ – 16³⁰ Т.П. Кулагина, Г.Е. Карнаух, Л.П. Смирнов, А.Н. Кузина «Влияние молекулярной массы на самодиффузию в гибкоцепных полимерах»

16³⁰ – 16⁵⁰ Ю.Р. Носикова, В.Н. Манжай, А.В. Абдусаламов «Исследования растворов полиизопрена в турбулентном режиме течения»

Вторник, 28 января

Председатель А.А. Ярославов

15⁰⁰ – 15³⁰ В.А. Изумрудов «Высокозаряженные олигомеры как фактор, дестабилизирующий полиэлектролитные комплексы»

15³⁰ – 16⁰⁰ Е.А. Лысенко, П.С. Челушкин, Р.С. Гриневич, А.В. Кабанов, А.Б. Зезин «Интерполиэлектролитные взаимодействия в полимерных мицеллярных системах»

16⁰⁰ – 16³⁰ Д.В. Пергушов, И.А. Бабин, Н.Г. Амелёхина, А.Р. Gelissen, A. Wolf, F.A. Plamper, A.H.E. Müller, А.Б. Зезин «Водорастворимые интерполиэлектролитные комплексы на основе полиионов нелинейного строения»

16³⁰ – 17⁰⁰ Г.А. Комарова, С.Г. Стародубцев, А.Р. Хохлов «Особенности полиэлектролитного поведения гелей и криогелей сополимеров акриламида с акриламидо-2-метилпропилсульфонатом натрия»

Председатель О.В. Борисов

17¹⁰ – 17⁴⁰ Т.В. Лаптинская «Пределы применимости метода динамического светорассеяния для исследования полимерных растворов. Ошибки метода»

17⁴⁰ – 18⁰⁰ Г.А. Мун «О формировании интерполимерных комплексов и гидрофильных ассоциатов в водных растворах с участием неионных полимеров и поликарбоновых кислот»

18⁰⁰ – 18²⁰ М.В. Жирякова «Оценка эффективности связывания ДНК с катионными полимерами с помощью интеркалирующих красителей»

18²⁰ – 18⁴⁰ М.В. Артемов, А.К. Беркович, Е.А. Карпушкин, В.Г. Сергеев «Образование смешанной сетки в системе полиакрилонитрил / диметилсульфоксид / углеродные нанотрубки: реологические исследования»

18⁴⁰ – 19⁰⁰ О.В. Окатова, А.С. Губарев, Н.Н. Ульянова, И.И. Гаврилова, Е.Ф. Панарин, Г.М. Павлов «Особенности поведения сильных линейных полиэлектролитов разной степени гидрофильности в растворах экстремальных ионных сил»

Среда, 29 января

Председатель П.М. Пахомов

15⁰⁰ – 15³⁰ А.Б. Мельников, Б.Д. Богданов, И.М.Зорин «Организация полимеризованных мицелл в различных средах»

15³⁰ – 16⁰⁰ О.В. Борисова, L. Billon, P. Stepanek, Z. Vakaeva, М.Ю. Заремский, Е.Б. Жулина, **О.В. Борисов** «Самоорганизация амфифильных рН-чувствительных сополимеров в растворах: термодинамические принципы и экспериментальные подходы»

16⁰⁰ – 16³⁰ А.П. Филиппов, Е.Б. Тарабукина, Е.В. Беляева, А.С. Красова, М.А. Симонова, Т.К. Мелешко, Д.М. Ильгач, Н.Н. Богорад, А.В. Якиманский «Поведение гетерогенных привитых сополимеров в селективных растворителях»

16³⁰ – 17⁰⁰ Н.В. Цветков, Л.И. Ахмадеева, А.Н. Подсевальникова, А.А. Лезов, Е.В. Лебедева, В.О. Иванова, И.М. Зорин, А.Ю. Билибин «Конформация, оптические и гидродинамические свойства поли (12-акрилоиламино-додекановой кислоты) в растворах»

Председатель В.Е. Юдин

17¹⁰ – 17³⁰ Г.М. Павлов «Возможности методов молекулярной гидродинамики для исследования сложных полимерных систем»

17³⁰ – 17⁵⁰ Л.М. Тимофеева, А.С. Лилеев, Н.А. Клещева, И.В. Балакаева, А.К. Лященко «Диэлектрические свойства и проводимость водных растворов полидиаллиламмониевых полимеров»

17⁵⁰ – 18¹⁰ А.И. Амирова, А.Э. Бурсиан, А.В. Теньковцев, А.П. Филиппов «Поведение термочувствительного звездообразного поли(2-изопропил-2-оксазолина) около НКТР»

18¹⁰ – 18³⁰ А.А. Зинченко «Взаимодействие ДНК с катионными и анионными наночастицами»

Секция 5 «Теория и моделирование полимерных систем и процессов их получения»

Все заседания секции будут проходить в 446 аудитории

Понедельник, 27 января

Председатель А.А. Даринский

15⁰⁰ – 15³⁰ Э.Ф. Олейник, М.А. Мазо, И.А. Стрельников, Н.К. Балабаев
«Современные представления о механизмах пластичности неупорядоченных твердых тел: обзор новейших результатов компьютерного моделирования»

15³⁰ – 16⁰⁰ С.К. Нечаев «Вытяжение пучка само- и избегающих траекторий на двумерной решетке»

16⁰⁰ – 16²⁰ А.К. Дадиванян, Д.Н. Чаусов, А.Г. Смирнов, А.А. Степанов, О.В. Ноа, В.Г. Чигринов, В.В.Беляев «Взаимодействие жидких кристаллов с поверхностью полимеров»

16²⁰ – 16⁴⁰ В.Б. Цветков, А.В. Сербин «Анализ полимер-биополимерных взаимодействий методами докинга и молекулярной динамики (ингибиторы ВИЧ-инфекции)»

Вторник, 28 января

Председатель Е.Ю. Крамаренко

15⁰⁰ – 15³⁰ Т.М. Бирштейн, А.А. Полоцкий, О.В. Рудь, О.В. Борисов, Е.Б. Жулина
«Дендронные щётки»

15³⁰ – 16⁰⁰ А.А. Даринский, И.В.Михайлов «Молекулярные щетки с ветвями различной топологии. Компьютерное моделирование»

16⁰⁰ – 16³⁰ С.В. Люлин, С.В.Ларин, В.М. Назарычев, С.Г. Фалькович
«Моделирование теплофизических характеристик гетероциклических полимеров»

Председатель А.Л. Рабинович

16⁴⁰ – 17⁰⁰ А.А. Полоцкий, Т.М.Бирштейн «Смешанные щётки из разветвлённых и линейных макромолекул»

17⁰⁰ – 17²⁰ И.М. Неелов, С.Г. Фалькович, Б.М.Округин, М.Ю. Ильяш, А.А. Даринский «Лизиновые дендриграфты. Молекулярно-динамическое моделирование нового типа разветвленных пептидных структур»

17²⁰ – 17⁴⁰ В.М. Зеленковский, Т.В. Безъязычная, Е.Г. Косандрович, В.С. Солдатов
«Квантово-химическое моделирование структуры полимерных ионитов»

17⁴⁰ – 18⁰⁰ П.В. Комаров, И.В. Талызин, С.Д. Хижняк, П.М. Пахомов
«Многомасштабное моделирование формирования супрамолекулярной гель-сетки в растворе цистеина и нитрата серебра»

Среда, 29 января

Председатель С.В. Люлин

15⁰⁰ – 15³⁰ А.В. Березкин, **Я.В. Кудрявцев** «Моделирование процессов самосборки сополимеров, образующихся *in situ*»

15³⁰ – 16⁰⁰ А.В. **Субботин** «Некоторые вопросы теории процесса электроформования волокон из полимерных растворов»

16⁰⁰ – 16²⁰ О.В. Рудь, Т.М. Бирштейн «Конформационные свойства и взаимодействие полиэлектролитных рН-чувствительных звезд»

16²⁰ – 16⁴⁰ Ю.А. Будков, А.Л. Колесников, Е.А. Ноговицын, М.Г. Киселев «Фазовое расслоение в растворах гибких полиэлектролитов, обусловленное электростатическими корреляциями. Строгая теория»

16⁴⁰ – 17⁰⁰ С.А. Вагнер, И.В. Кравченко, С.А. Патлажан «Особенности гидродинамического поведения композитной капли в узком канале при течении сдвига. Численное моделирование»

17⁰⁰ – 17²⁰ И.П. Кикоть, **Н.А. Ковалева**, Е.А. Зубова «Возможности моделирования В-А перехода в ДНК при различных условиях в рамках крупнозернистой модели»

Четверг, 30 января

Председатель И.Я. Ерухимович

15⁰⁰ – 15³⁰ В.А. Иванов, А.С. Родионова, Ю.А. Мартемьянова «Влияние нематического упорядочения на конформационные свойства жесткоцепных полимеров в тонком плоском слое: компьютерное моделирование»

15³⁰ – 16⁰⁰ Ж. Фараго, Х. Мейер, **А.Н. Семенов** «Аномальная динамика незацепленных линейных полимеров в расплавах»

16⁰⁰ – 16³⁰ А.Л. Рабинович, А.Р. Lyubartsev «Исследование анизотропии ориентационного упорядочения связей цепей липидных молекул в бислоях (метод молекулярной динамики)»

16³⁰ – 16⁵⁰ Е.Н. Говорун, Д.Е. Ларин «Структурирование полимерной щетки в амфифильном растворителе»

16⁵⁰ – 17¹⁰ А.А. Гаврилов, **А.В. Чертович** «Самоорганизация сополимеров в тонких пленках с помощью макромолекулярных реакций»

17¹⁰ – 17³⁰ Н.А. Бульенков, **Е.А. Желиговская** «Структурный механизм образования ультратонких эпоксидных сеток на поверхностном слое воды»

17³⁰ – 17⁵⁰ А.М. Румянцев, Е.Ю. Крамаренко «Теоретическое изучение взаимодействия полиэлектролитного микрогеля с противоположно заряженным ПАВ»

Пятница, 31 января

Председатель В.А. Иванов

10⁰⁰ – 10³⁰ Е.А. Зубова, Н.К. Балабаев, А.И. Мусиенко, Е.Б. Гусарова, М.А. Мазо, Л.И. Маневич, А.А. Берлин «Полиморфизм в кристаллах полимеров и олигомеров»

10³⁰ – 10⁵⁰ Д.А. Маркелов, В.В. Матвеев, М.А. Мазо, Н.К. Балабаев, Ю.Я. Готлиб, А.А. Полоцкий, Т.М. Бирштейн «Формирование полости в карбосилановом дендримере с концевыми мезогенными группами и исследование причин ее образования Теория, компьютерное моделирование, эксперимент»

10⁵⁰ – 11¹⁰ С.В. Ларин, А.Д. Глова, Е.Б. Серебряков, В.М. Назарычев, С.Г. Фалькович, А.В. Люлин, С.В. Люлин «Структура полиимидной матрицы в нанокompозитах, армированных углеродными нанотрубками»

11¹⁰ – 11³⁰ И.А. Стрельников, Н.К. Балабаев, М.А. Мазо, Э.Ф. Олейник «Моделирование низкотемпературной деформации полноатомной модели полиметилена»

11³⁰ – 11⁵⁰ А.П. Москалец, М.М. Фельдштейн, К. Кретон, А.Р. Хохлов «Разработка модели механических и адгезионных свойств полимерного адгезива с лабильной надмолекулярной структурой»

11⁵⁰ – 12¹⁰ Н.Д. Орехов, В.В. Стегайлов «Многомасштабные молекулярно-динамические модели деформации полимерных нанокompозитов»

Секция 6 «Полимерные материалы: пленки, волокна, смеси и композиты; структура и свойства»

Заседания 27-29 января будут проходить в Северной химической аудитории (СХА)

Понедельник, 27 января

СХА *Председатель А.Е. Чалых*

15⁰⁰ – 15³⁰ **А.Н. Озерин** «Наночастицы в полимерной матрице. Современный статус проблемы»

15³⁰ – 16⁰⁰ **Г.В. Степанов, В.С. Молчанов, Н.С. Перов, А.С. Семисалова, Е.Ю. Крамаренко, А.Р. Хохлов** «Механические и электрические свойства магнитоуправляемых эластомеров на основе силиконовых матриц и магнитного наполнителя»

16⁰⁰ – 16³⁰ **П.М. Пахомов, С.Д. Хижняк, В.Е. Ситникова** «Характеристика морфологии пористых и наполненных полимерных материалов методом оптической спектроскопии»

16³⁰ – 16⁵⁰ **В.В. Абалыева, В.Р. Богатыренко, Н.Н. Вершинин, О.Н. Ефимов** «Композитные материалы на основе полианилина и углеродных нанотрубок. Получение, электрохимические и проводящие свойства»

16⁵⁰ – 17¹⁰ **В.В. Козлов, С.Ж. Озкан** «Синтез и свойства металлополимерных нанокомпозитов под действием ИК нагрева»

Вторник, 28 января

СХА *Председатель Э.Ф. Олейник*

15⁰⁰ – 15³⁰ **А.Л. Волынский, Н.Ф. Бакеев** «Развитие идей и подходов В.А.Каргина для визуализации структурных превращений в полимерных системах»

15³⁰ – 16⁰⁰ **В.Е. Юдин, И.П. Добровольская, О.А. Москалюк, Е.М. Иванькова, Е.Н. Дресвянина** «Модифицированные наночастицами полимерные волокна: получение, структура и свойства»

16⁰⁰ – 16³⁰ **М.М. Фельдштейн, А.Р. Хохлов** «Молекулярная структура липких полимеров и создание новых адгезивов на основе интерполимерных комплексов»

16³⁰ – 16⁵⁰ **Е.С. Трофимчук, Н.И. Никонорова, Е.А. Нестерова, А.Л. Волынский, Н.Ф. Бакеев** «Гибридные нанокомпозиты на основе полимерных матриц, полученных по механизму крейзинга в адсорбционно-активных средах»

16⁵⁰ – 17¹⁰ **Е.Г. Рухля, Л.М. Ярышева, А.Л. Волынский, Н.Ф. Бакеев** «Крейзинг как метод создания полимерных смесей»

СХА *Председатель В.С. Папков*

17²⁰ – 17⁴⁰ **М.П. Цюрупа, З.К. Блинникова, В.А. Даванков** «Необычные физические и адсорбционные свойства сверхсшитых полистиролов с предельными степенями сшивания»

17⁴⁰ – 18⁰⁰ **М.А. Хасков** «Влияние наполнителя на кинетические характеристики стеклования в композиционных материалах на основе высокомолекулярных соединений»

18⁰⁰ – 18²⁰ П.Н. Бревнов, В.Г. Крашенинников, С.М. Ломакин, Л.А. Новокшенова «Особенности процессов кристаллизации и термодеструкции нанокомпозитов на основе полиэтилена и нанопластин графита»

18²⁰ – 18⁴⁰ И.А. Родионов, М.Л. Кештов, Е.В. Черникова, М.М. Фельдштейн, А.Р. Хохлов «Синтез и свойства полиакрилатных адгезивов, инспирированных механизмом адгезии морских моллюсков»

18⁴⁰ – 19⁰⁰ А.К. Беркович, Г.С. Чеботаева, И.Ю. Скворцов, В.Г. Сергеев «Карбонизация волокон на основе полиакрилонитрила. Подходы к термообработке прекурсоров различного состава»

Среда, 29 января

СХА *Председатель А.Л. Волинский*

15⁰⁰ – 15³⁰ А.С. Кечекьян, Е.С. Михайлик, К.З. Монахова, Т.С. Куркин, А.Н. Озерин «Исследование структурно-морфологических превращений полимеров методом деформации в металлической матрице»

15³⁰ – 16⁰⁰ С.Л. Баженов, А.В. Ефимов «Механизм крейзинга полиэтилентерефталата в адсорбционно-активных средах»

16⁰⁰ – 16²⁰ И.С. Деев, П.А. Белов, Л.П. Кобец «Деформационная анизотропия фазовой микроструктуры полимерных матриц при силовом воздействии»

16²⁰ – 16⁴⁰ С.А. Озерин, С.А. Завьялов, А.С. Орехов, А.Л. Васильев, Я.В. Зубавичус, Б.А. Аронзон, С.Н. Чвалун «Структура и свойства нанокомпозитов Ni/поли-п-ксилилен, синтезированных методом полимеризации из газовой фазы»

СХА *Председатель Е.М. Антипов*

16⁵⁰ – 17¹⁰ Б.Б. Троицкий, В.Н. Денисова, М.А.Новикова, М.А. Лопатин, Т.И. Лопатина, А.А. Локтева, Ю.В. Чечет, М.А. Батенькин «Нанокомпозиты полимеры (олигомеры) – диоксид кремния - синтез нанопористых просветляющих покрытий на оптических материалах»

17¹⁰ – 17³⁰ Г.А. Емельянов, Г.Г. Чернявский, В.М. Родин, В.И. Пурцеладзе «Защитные покрытия на основе низкомолекулярных сополимеров винилиденфторида и гексафторпропилена»

17³⁰ – 17⁵⁰ А.С. Киселев, Е.С. Крутько, **Р.В. Худобин**, С.А. Тиман «О влиянии изогнутости углеродных нанотрубок на упругие свойства полимерных композитов»

17⁵⁰ – 18¹⁰ М.А. Смирнов, П.В. Власов, Н.В. Боброва, Г.К. Ельяшевич «Наноструктурированные композиционные системы с электронной и ионной проводимостью»

18¹⁰ – 18³⁰ В.В. Куренков, В.А. Герасин, Е.М. Антипов «Алюмосиликатные нанокомпозиты для антикоррозионной защиты металлов»

18³⁰ – 18⁵⁰ Ю.К. Гусев, Е.В. Блинов «Производство бутадиен-стирольных каучуков в России и за рубежом. Проблемы и перспективы развития»

ВНИМАНИЕ: в рамках секции 6 «Полимерные материалы: пленки, волокна, смеси и композиты; структура и свойства» в **четверг 30 января** и в **пятницу 31 января** проводятся параллельные заседания секции в аудиториях ЮХА (секция 6А) и СХА (секция 6Б).

Четверг, 30 января

ЮХА (Секция 6А) *Председатель Э.Р. Бадамшина*

15⁰⁰ – 15³⁰ Л.П. Мясникова, Ю.М. Бойко, Е.М. Иванькова, Д.В. Лебедев, В.А. Марихин, Е.И. Радованова «Эволюция строения поверхностных нанослоёв при ориентационной вытяжке ксерогелей сверхвысокомолекулярного полиэтилена»

15³⁰ – 16⁰⁰ Л.А. Новокшенова, П.Н. Бревнов, О.И. Кудинова «Наноконпозиционные материалы на основе полиолефинов, синтезированные методом *in situ* полимеризации»

16⁰⁰ – 16³⁰ В.В. Барелко, Д.П. Кирюхин, П.П. Куш, Г.А. Кичигина, В.Г. Дорохов, Л.А. Быков, Ю.Н. Смирнов, С.М.Алдошин «Новые стеклополимерные композиционные материалы на основе активированных стеклотканых наполнителей с применением в качестве связующего олигомеров (теломеров) тетрафторэтилена»

ЮХА (Секция 6А) *Председатель В.Г. Сергеев*

16⁴⁰ – 17⁰⁰ С.А. Богданова, А.О.Эбель, Н.В.Саутина, В.П.Барабанов «Функционализация полимерных материалов добавками неионных поверхностно-активных веществ»

17⁰⁰ – 17²⁰ О.И. Богданова, Д.К. Поляков, С.Н. Чвалун «Композиты на основе хитина и полиакриловой кислоты: получение и свойства»

17²⁰ – 17⁴⁰ Я.А. Кузнецова, С.Н. Чвалун, М.А. Щербина, М.Ю. Мещанкина «Смесевые композиции на основе полилактида и полиамида-6»

17⁴⁰ – 18⁰⁰ А.Е. Мочалова, Л.А. Смирнова, К.В. Апрятина, Е.Н. Круглова, И.А. Баранов, А.В. Маркин, Н.Н. Смирнова «Привитые и блок - сополимеры хитозана с (мет)акрилатами: синтез, структура, свойства»

18⁰⁰ – 18²⁰ Н.А. Образцова, А.В. Иванчихина, С.В. Курмаз «Агрегация амфифильных сополимеров N-винилпирролидона разветвленного строения в полярных и неполярных средах»

СХА (Секция 6Б) *Председатель М.С. Аржаков*

15⁰⁰ – 15³⁰ Ю.А. Щипунов «Мезо/макропористые силикаты, синтезируемые темплатно на блочных сополимерах»

15³⁰ – 16⁰⁰ Э.Е. Саид-Галиев, А.П. Краснов, М.Л. Кештов, А.Ю. Николаев, И.О. Волков, А.В. Наумкин, А.Р. Хохлов, Н.П. Бакулева, Э.В. Штыкова, К.А. Дембо «Синтез и свойства наноконпозитов, полученных методом "зеленой химии"»

16⁰⁰ – 16³⁰ Н.Р. Кильдеева, С.А. Купцов, Е.В. Конюхова, А.Е. Чалых «Получение полимерных материалов из растворов аминоксодержащих сополиакрилметакрилатов и их смесей»

16³⁰ – 16⁵⁰ Н.Н. Волкова, Л.М. Богданова, Л.И. Кузуб «Катализ термодеструкции поликарбонатов наночастицами серебра»

16⁵⁰ – 17¹⁰ И.А. Ронова, А.Ю. Алентьев, М. Вгута, А.Ю. Николаев, Н.А. Белов, S. Chiska, I. Sava «Изменение микроструктуры полимера под действием СК CO₂ и влияние на транспортные характеристики полиимидных пленок»

СХА (Секция 6Б) Председатель Л.П. Мясникова

17²⁰ – 17⁴⁰ Д.Р. Стрельцов, А.И. Бузин, П.В. Дмитриков, Н.П. Бессонова, С.Н. Чвалун «Изоконверсионный анализ кинетики полимеризации п-ксилилена»

17⁴⁰ – 18⁰⁰ Е.П. Тикунова, М.Ю. Яблокова, Ю.В. Костина, Т.С. Куркин, А.Н. Озерин «Процессы отверждения в многокомпонентных полимерных системах на основе термореактивных смол, наполненных наноразмерными частицами алмазной шихты»

18⁰⁰ – 18²⁰ П.П. Чапала, М.В. Бермешев, Л.Э. Старанникова, Н.Н. Гаврилова, В.П. Шантарович, Ю.П. Ямпольский, Е.Ш. Финкельштейн «Новые композиционные материалы, основанные на аддитивном поли(3-триметилсилилтрициклононене-7) и модифицированных органических наполнителях»

18²⁰ – 18⁴⁰ В.И. Солодилов, Р.А. Корохин, Ю.А. Горбаткина, А.М. Куперман, А.В. Шапагин «Модифицирование эпоксидных олигомеров термостойкими термопластами для создания матриц с повышенными физико-механическими характеристиками»

Пятница, 31 января

ЮХА (Секция 6А) Председатель А.Н. Озерин

10⁰⁰ – 10³⁰ А.И. Барабанова, Е.С. Афанасьев, Т.А. Пряхина, Б.Г. Завин, Я.С. Выгодский, А.А. Аскадский, О.Е. Филиппова, А.Р. Хохлов «Термостойкие эпоксидные нанокомпозиты»

10³⁰ – 11⁰⁰ М.Ю. Квасников, И.Ф. Уткина, И.А. Крылова, О.А. Романова «Композиционные наноструктурные металлополимерные покрытия, получаемые сочетанием электролитического осаждения металлов с электроосаждением водоразбавляемых полимерных электролитов на катоде»

11⁰⁰ – 11³⁰ И.А. Новаков, В.Ф. Каблов, И.П. Петрюк, А.Е. Михайлюк, Н.А. Сахарова, С.А. Белкина «Особенности синтеза наночастиц металлов в эластомерных матрицах»

11³⁰ – 11⁵⁰ С.В. Котомин, А.А. Ежов, Д. Яриков «Фрикционная микроскопия и микромеханика полимеров и композитов»

11⁵⁰ – 12¹⁰ Т.С. Куркин, Е.П. Тикунова, М.Ю. Яблокова, А.С. Кечекьян, А.Н. Озерин «Увеличение адгезионной прочности межфазной границы между полимерным волокном и эпоксидным связующим при их одновременной модификации наноалмазной шихтой»

12¹⁰ – 12³⁰ С.Н. Малахов, С.И. Белоусов, А.М. Праздничный, С.Н. Чвалун
«Влияние низкомолекулярных добавок на электроформование нетканых материалов из расплава полипропилена»

СХА (Секция 6Б) Председатель Э.Ф. Олейник

10⁰⁰ – 10³⁰ В.А. Марихин, В.М. Егоров, Л.П. Мясникова, Е.И. Радованова, Б.З. Волчек, Д.А. Медведева «Новые подходы в исследовании фазовых переходов в длинноцепочечных молекулярных кристаллах»

10³⁰ – 11⁰⁰ И.С. Курындин, В.П. Шибает, Г.К. Ельяшевич «Упорядоченность и особенности пористой структуры пленок полиолефинов, экструдированных из расплава»

11⁰⁰ – 11³⁰ К.А. Прохоров, Е.А. Сагитова, Г.Ю. Николаева, П.П. Пашинин, Ю.В. Завгороднев, Т.М. Ушакова, Л.А. Новокшенова, Е.Е. Старчак, П.М. Недорезова, А.Н. Клямкина, В.А. Герасин, М.А. Гусева, Е.М. Антипов «Спектроскопия комбинационного рассеяния света полимерных материалов»

11³⁰ – 11⁵⁰ М.Н. Николаева, Р.Ю. Смыслов, Ю.М. Бойко «Влияние межцепных связей на проводящие свойства тонких полимерных пленок»

11⁵⁰ – 12¹⁰ Л.Ж. Никошвили, В.Г. Матвеева, З.Б. Шифрина, Л.М. Бронштейн, Н.А. Любимова, Е.Ю. Юзик-Климова, Н.В. Кучкина, С.А. Сорокина, Э.М. Сульман «Композитные магнитно-разделяемые катализаторы гидрирования на основе ароматических дендритных систем»

12¹⁰ – 12³⁰ Ю.Н. Малахова, А.И. Бузин, С.Н. Чвалун «Структурообразование карбосилановых дендримеров шестой генерации в слоях Ленгмюра и Ленгмюра-Блоджетт»

ПРОГРАММА СТЕНДОВОЙ СЕССИИ

Секция 1 «Современные подходы к синтезу и модификации полимеров»

Понедельник, 27 января

C1-1	Мубаракшина Л.Ф., <u>Абдрахманова Л.А.</u> , Хозин В.Г. «Закономерности наномодификации карбамидных смол»
C1-2	Гумеров А.М., Ахметшина А.И., <u>Авдеева Д.Н.</u> , Давлетбаева И.М., Давлетбаев Р.С. «Мезопористые полимеры в фотометрическом определении тяжелых металлов»
C1-3	Шарафутдинова Л.М., Милославский Д.Г., <u>Ахмедьянова Р.А.</u> , Ликумович А.Г. «Эпоксидирование латекса бутадиен-стирольного каучука СКС-30 АРК пероксидом водорода в присутствии пероксвольфраматной каталитической системы»
C1-4	Милославский Д.Г., <u>Ахмедьянова Р.А.</u> , Филипова Д.Р., Ликумович А.Г. «Синтез исходных продуктов для сложных полиэфиров из растительных масел»
C1-5	<u>Балакин В.М.</u> , Стародубцев А.В., Ислентьев С.В., Гарифуллин Д.Ш., Кычанов В.Е, Власова Н.М, Корюкалов Д.В. «Структура и свойства продуктов деструкции сложных гетероцепных полиэфиров алифатическими аминами»
C1-6	<u>Балакин В.М.</u> , Гарифуллин Д.Ш., Галлямов А.А., Абдуллина К.Д. «Структура и свойства продуктов деструкции полиуретанов алифатическими аминами»
C1-7	В.А. Крайкин, <u>Э.М. Батталов</u> , Е.М. Захарова, Р.Р. Валеев, С.Н. Салазкин «Прививка виниловых мономеров к бромированным полиариленфталидам»
C1-8	<u>Батуашвили М.Р.</u> , Цегельская А.Ю., Перов Н.С., Кузнецов А.А. «Синтез сополиимидов высокотемпературной каталитической поликонденсацией: кинетическое исследование прямых и побочных реакций»
C1-9	<u>Н.М. Беломоина</u> , Е.Г. Булычева, В.Г. Васильев, Л.Н. Никитин «Синтез полифенилхиноксалинов в «зеленой» сверхкритической среде»
C1-10	<u>Боженкова Г.С.</u> , Земляков Д.И., Аширов Р.В. «Экзо, экзо – N,N'-гексилениди-(бицикло[2.2.1.]гепт-5-ен-2,3-дикарбоксиимид) в качестве сшивающего агента в РОМР-полимеризации»
C1-11	<u>Н.М. Бравая</u> , Е.Е. Файнгольд, О.Н. Бабкина, С.Л. Саратовских, А.Н. Панин И.В. Жарков «Изобутилалюмоксаны как высокоэффективные сокатализаторы диметилированных металлоценовых комплексов в гомо- и сополимеризации олефиновых и олефин/диеновых сомономеров»
C1-12	<u>Бузин М.И.</u> , Александров А.И. , Здвижков А.Т. , Никифорова Г.Г., Стрелкова Т.В. , Салазкин С.Н. , Папков В.С. «Синтез полиметилиденфталида в твердой фазе»
C1-13	Новиков Р.А., Перегудов А.С., Здвижков А.Т., <u>Бузин М.И.</u> , Папков В.С., Салазкин С.Н. «ЯМР-исследование стереорегулярности полиметилиденфталида»
C1-14	<u>Бусыгина Е.А.</u> , Никитина Л.В., Никитин Д.А. «Повышение эксплуатационных свойств термопластичного полимера с целью его применения в машиностроении»

C1-15	<u>Бутрим С.М.</u> , Бильдюкевич Т.Д., Бутрим Н.С., Юркштович Т.Л. «Полусухой способ получения катионных эфиров крахмала»
C1-16	<u>Е.В. Буховец</u> , К.А. Бабуркин, О.М. Чуканова «Кинетика сополимеризации диоксида углерода с пропиленоксидом в присутствии комплекса кобальта»
C1-17	<u>Ваганова Л.Б.</u> , Толочкова А.Н., Мещерякова И.Н., Чегерев М.Г., Пискунов А.В., Гришин Д.Ф. « <i>o</i> -Иминобензохинон и парамагнитные комплексы олова(IV) на его основе в контролируемой радикальной полимеризации метилметакрилата»
C1-18	<u>С.В. Валуева</u> , Т.Е. Суханова, М.П. Соколова, А.А. Кутин, М.Э. Вылегжанина «Модификация водорастворимых полимеров и комплексов наночастицами селена»
C1-19	<u>Варюхин В.В.</u> , Розов Р.М., Устинова Т.П., Александров В.А., Пенкина Н.А. «Особенности синтеза модифицированного катионообменного волокнистого материала на основе базальтового волокна»
C1-20	<u>Вишневский К.В.</u> , Шашок Ж.С., Дурас А.О., Лешкевич А.В. «Влияние высокодисперсных добавок на структуру и теплостойкость резин»
C1-21	Волошинец В.А. «Влияние алкильных заместителей на реакционную способность алкилакриловых мономеров в радикальной полимеризации»
C1-22	<u>Вохидова Н.Р.</u> , Ашуров Н.Ш., Югай С.М., Рашидова С.Ш. «О синтезе хитозанстабилизированных металлических наночастиц»
C1-23	<u>Вохидова Н.Р.</u> , Бочек А.М., Рашидова С.Ш., Панарин Е.Ф. «Реологические исследования растворов систем хитозан-кобальт (II)»
C1-24	<u>Вретик Л.А.</u> , Загний В.В., Николаева Е.А., Сыромятников В.Г. «Особенности радикальной полимеризации метакриловых мономеров, содержащих вторую реакционноспособную двойную связь»
C1-25	<u>Е.В. Гераськина</u> , Ю.О. Маткивская, А.А. Мойкин, Л.Л. Семенычева «Синтез композиционно однородных сополимеров на основе винилалкиловых эфиров в условиях радикального инициирования»
C1-26	<u>Гилева Н.Г.</u> , Кузнецов С.И., Деваев А.Р., Салазкин С.Н., Крайкин В.А. «Синтез и химическая модификация блок-сополиарилефталидов»
C1-27	<u>Гильман А.Б.</u> , Яблоков М.Ю., Пискарев М.С., Кечекьян А.С., Кузнецов А.А. «Адгезионные свойства пленок полифторолефинов, модифицированных в разряде постоянного тока»
C1-28	<u>Горбунова М.Н.</u> «Новые сополимеры на основе N-аллилмалеимида»
C1-29	<u>А.И. Гостев</u> , Е.В. Сивцов, Е.В.Черникова, Е.В.Парилова, А.В.Добродумов «Синтез растворимых узкодисперсных полимеров N-винилсукцинимид в массе в условиях обратимой передачи цепи»
C1-30	<u>А.И. Гостев</u> , Е.В. Сивцов, Е.В.Черникова «Синтез композиционно-однородных градиентных сополимеров N-винилсукцинимид в контролируемой радикальной полимеризации с обратимой передачей цепи»
C1-31	Валетова Н.Б., <u>Гришин Д.Ф.</u> «Каталитический синтез полимеров, включая флуоресцентные блок-сополимеры на основе полифениленов, с участием комплексов никеля»
C1-32	<u>Гусев Д.О.</u> , Сидоренко Н.В., Новаков И.А. «Исследование катионной фотополимеризации растворных композиций эпоксидный олигомер-полимер»

C1-33	<u>Денисова Ю.И.</u> , Литманович А.Д., Кудрявцев Я.В., Грингольц М.Л., Финкельштейн Е.Ш. «Синтез новых мультиблок-сополимеров путем межцепного обмена по реакции метатезиса между полинорборненом и полициклооктеном»
C1-34	Ким М.Д., Дергунов С.А., <u>Дергунов М.А.</u> , Линднер Э, Пинхасик Е.М. «Устойчивая многофункциональная платформа на основе пористых полимерных нанокапсул»
C1-35	<u>Дергунов М.А.</u> , Дергунов С.А., Шмаков С., Пинхасик Е.М. «Пористые полимерные нанокапсулы с инкапсулированными катализаторами»
C1-36	Я.И. Дериков, А.А. Ежов, Е.В. Черникова, Г.А. Шандрюк, Р.В. Тальрозе «Внедрение наночастиц золота в жидкокристаллические полимеры»
C1-37	<u>Долгова Е.В.</u> , Дьякова М.Г., Тверской В.А., Зубов В.П. «Эффект избирательной сольватации макрорадикалов при сополимеризации стирола с <i>p</i> -стиролсульфонатом натрия в растворителях различной полярности»
C1-38	<u>Е.Г. Духанина</u> , Ю.В. Шулевич, А.В. Навроцкий, И.А. Новаков «Матричная полимеризация катионного мономера в мицеллярном растворе противоположно заряженного ПАВ»

Вторник, 28 января

C1-39	<u>М.В.Еделева</u> , Д.А. Морозов, Д.А. Пархоменко, С. Добрынин, Б.Х. Канагатов, И.А. Кирилук, Е.Г. Багрянская «Стерически затрудненные нитроксильные радикалы - эффективные медиаторы полимеризации широкого круга мономеров»
C1-40	<u>М.В. Еделева</u> , Д.А.Пархоменко, Б.Х. Канагатов, Л.Е. Татарова, С.Е. Толстиков, Е.В. Третьяков, В.И. Овчаренко, Е.Г. Багрянская «Использование нитроксильных бирадикалов в радикальной контролируемой полимеризации»
C1-41	Назаров В.Г., Столяров В.П., Гагарин М.В., <u>Ермакова И.Н.</u> «Влияние поверхностного фторирования эластомера на его адгезионное взаимодействие с металлами»
C1-42	Зотова О.С., Дукова С.В., Лапшина И.В., <u>Зайцев С.Д.</u> , Семчиков Ю.Д. «Эффекты избирательной сольватации в условиях псевдоживой радикальной сополимеризации по механизму обратимой передачи цепи»
C1-43	<u>Замышляева О.Г.</u> , Симонова М.А., Лаптева О.С., Маркин А.В., Филиппов А.П. «Синтез и свойства линейно-дендритного блок-сополимера на основе 4-винилпиридина, полученного активированной поликонденсацией <i>трис</i> -(пентафторфенил)германа»
C1-44	Давлетбаева И.М., <u>Зарипов И.И.</u> , Давлетбаев Р.С., Гумерова О.Р. «Координационные соединения переходных металлов в низкотемпературной диссоциации уретановых групп»
C1-45	<u>Земляков Д.И.</u> , Боженкова Г.С., Аширов Р.В. «Полимеры на основе диметил бицикло [2.2.1]гепт-5-ен-2,3-дикарбоксилатов»
C1-46	<u>Зорин И.М.</u> , Фетин П.А., Макаров И.А., Щербинина Т.М., Билибин А.Ю. «Структурообразование и полимеризация в растворах амфифильных ионных мономеров»

C1-47	<u>И.М. Зорин</u> , Т.М. Щербинина, В.Т. Лебедев, Ю.В. Кульвелелс, А.Ю. Билибин «Полимеризация алкил(триметил)аммоний 2-акриламидо-2-метилпропансульфонатов как путь синтеза стехиометрических полиэлектролит-коллоидных комплексов»
C1-48	<u>Ильгач Д.М.</u> , Мелешко Т.К., Кукаркина Н.В., Иванов И.В., Якиманский А.В. «Синтез амфифильных полиимидных щеток»
C1-49	<u>Исламова Р.М.</u> «Современные подходы для синтеза металлосодержащих органических полимеров методом радикальной полимеризации»
C1-50	<u>Истратов В.В.</u> , Баранов О.В., Васнев В.А. «Новые амфифильные кремнийорганические полимеры»
C1-51	<u>Калинина К.С.</u> , Голубева Н.Д., Казаков А.И., Плишкин Н.А., Джардималиева Г.И., Помогайло А.Д. «Термическая полимеризация акриламидных комплексов благородных металлов во фронтальном режиме»
C1-52	<u>Камалова Д.И.</u> , Ремизов А.Б. «Модификация сверхкритическим диоксидом углерода стеклообразных полимеров, используемых в пористых и непористых разделительных мембранах»
C1-53	<u>А.В. Касперович</u> , О.А. Кротова, В.Г. Лугин, Е.Э. Потапов, А.Г. Мозырев «Кобальтсодержащий промотор адгезии резины к металлокорду»
C1-54	<u>А.В. Касперович</u> , Е.П. Усс, Ж.С. Шашок, Ю.П. Гуков, М.С. Турко «Химико-физическая модификация эластомерных композиций в среде полиэтиленоксидов»
C1-55	<u>Кижняев В. Н.</u> , Покатилов Ф. А., Петрова Т. Л., Багинова Т. Н. «Парные полимеры на основе винилтетразолов»
C1-56	<u>Цой М.А.</u> , <u>Ким В.Е.</u> , Ирмухаметова Г.С., Мун Г.А. «Синтез и характеристика новых термочувствительных сополимеров на основе метакрилового эфира полиэтиленгликоля»
C1-57	<u>Ким В.Е.</u> , Бакытбеков Р.К., Цой М.А., Ермухамбетова Б.Б., Уркимбаева П.И., Ирмухаметова Г.С., Мун Г.А. «Новые термочувствительные сополимеры на основе гидроксиэтилметакрилата и интерполимерные комплексы на их основе»
C1-58	<u>Кирюхин Д.П.</u> «Необычные колебания скорости пострадиационной полимеризации формальдегида при сверхнизких температурах (5-30 К)»
C1-59	<u>С.А. Киселев</u> , С.В. Семакин, А.А. Ляпков, Р.В. Аширов «Исследование кинетики метатезисной полимеризации экзо,экзо-дипропил[2.2.1]гепто-5-ен-2,3-дикарбоксилата на катализаторе типа Ховейды-Граббса II методом ЯМР»
C1-60	<u>Кичигина Г.А.</u> , Куш П.П., Кирюхин Д.П., Шульга Ю.М., Баскаков С.А. «Низкотемпературная пострадиационная прививочная полимеризации тетрафторэтилена на восстановленный оксид графита»
C1-61	<u>Кичигина Г.А.</u> , Куш П.П., Кирюхин Д.П. «Синтез и свойства радиационно-синтезированных растворов теломеров тетрафторэтилена в галогенсодержащих растворителях»
C1-62	<u>О.Б. Кличева</u> , С.Ш. Рашидова «Синтез карбоксиметилхитозана <i>bombux</i> <i>moti</i> с переходными 3d-металлами»
C1-63	<u>Кобзарь Я.Л.</u> , Ткаченко И.М., Шекера О.В., Шевченко В.В. «Синтез фторированных в ядро ароматических полиазометинов»

C1-64	Карпенко М.А., Колзунова Л.Г. «Роль формальдегида в процессе электрохимического формирования полиметилолакриламидных пленок в режиме автополяризации»
C1-65	Колосов Н.А., Тускаев В.А. «Новые координационные соединения ванадия (+5) на основе производных 8-оксихинолина в полимеризации этилена»
C1-66	Колякина Е.В., Гришин Д.Ф. «Комплексы переходных и непереходных металлов с редокс-активными лигандами в полимеризации виниловых мономеров»
C1-67	Коровина Н.А., Розенцвет В.А., Козлов В.Г. «Влияние природы инициатора на катионную полимеризацию 1,3-пентадиена в присутствии окситрихлорида ванадия»
C1-68	Korolkov I.V., Niyazova D.T, Zdorovets M.V., Mashentseva A.A., Taltenov A.A. «Oxidation of the PET TeMs by $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{SO}_4$ at different temperatures»
C1-69	Кравец Л.И., Гильман А.Б., Яблоков М.Ю., Елинсон В.М., Mitu B., Dinescu G. «Свойства полипропиленовой трековой мембраны, модифицированной в плазме»
C1-70	Кудряшова И.Н., Зачернюк Б.А., Чернова Н.С., Соловьева Е.Н., Неделькин В.И. «Поликонденсационные полимеры на основе серы»
C1-71	А.А. Кузнецов, А.Ю. Цегельская, О.В. Доброхотов, И.Г. Абрамов «Синтез новых термопластичных полиэфиримидов на основе пиромеллитового диангидрида»
C1-72	Куликов Е.Е., Гурова Д.А., Зайцев С.Д., Булгакова С.А. «Сополимеры на основе изоборнилакрилата как перспективные материалы для литографии дальнего ультрафиолета»
C1-73	А.М. Курамшина, О.Е. Заборина, В.И. Лозинский, Анохина М.С., Семенова М.Г. «Влияние режима замораживания исходного раствора реагентов на результаты криополимеризации N,N-диметилакриламида»
C1-74	Курочкин С.А., Бакова Г.М., Черняк А.В., Перепелицина Е.О., Грачев В.П. «Три метода определения константы передачи цепи при радикальной ОПЦ-полимеризации стирола»
C1-75	Кучкина Н.В., Юзик-Климова Е.Ю., Сорокина С.А., Шифрина З.Б. «Синтез пиридилфениленовых дендронов с различными фокальными группами»
C1-76	Куш П.П., Кичигина Г.А., Кирюхин Д.П., Кузина С.И., Михайлов А.И. «Радиационная полимеризация тетрафторэтилена в гексафторизопропанолe при низких температурах»
C1-77	Понкратов Д.О., Шаплов А.С., Лозинская Е.И., Гервиц Л.Л., Выгодский Я.С. «Синтез ароматических поли(1,2,4-триазол)ов в ионных жидкостях»

Среда, 29 января

C1-78	Лудин Д.В., Кузнецова Ю.Л., Зайцев С.Д. «Каталитическая система три- <i>n</i> -бутилбор – <i>n</i> -хинон в контролируемом синтезе макромолекул»
C1-79	Н.А. Сивов, А.И. Мартыненко, Н.И. Попова, Н.А. Клещева «Метакрилоилгуанидин ацетат и его (со) полимеры»
C1-80	А.И. Мартыненко, Н.А. Сивов, Н.И. Попова, Н.А. Клещева «Гомополимеры метакрилоилгуанидин трифторацетата и его сополимеры с ММА»

C1-81	<u>Мешкова И.Н.</u> , Крашенинников В.Г., Оптов В.А., Гаврилов Ю.А., Силкина Е.Н., Плетнёва И.В. «Регулирование свойств полиэтилена высокой плотности введением низкомолекулярных добавок различной природы»
C1-82	<u>Р.Ю.Милушева</u> , К.Г.Паливан, С.Ш.Рашидова «Привитые нанополимеры хитозана <i>Bombyx mori</i> »
C1-83	<u>Михайлова М.Е.</u> , Завьялова М.С., Сергеева О.Ю., Власов П.С., Домнина Н.С. «Конформационное поведение в водных растворах гибридных макромолекулярных антиоксидантов на основе флавоноидов»
C1-84	<u>А.А. Мищенко</u> , Н.П. Короткова, В.С. Лебедев, Ю.Т. Панов «Водные полиуретановые дисперсии на основе ДМС-полиэфиров»
C1-85	<u>Мухамедова Р.Ф.</u> , <u>Усмангалиев Т.Т.</u> , Ибраева А.К. «Синтез модифицированных сополимеров малеинового ангидрида и исследование их строения методом ЯМР ¹³ С-спектроскопии»
C1-86	<u>Мухитдинова Б.А.</u> , Ергожин Е.Е., Никитина А.И., Тасмагамбет А., Исмаилова К.К. «Современные подходы к синтезу редокс-полимеров»
C1-87	<u>О.С. Мягкота</u> , Н.Е. Митина, А.С. Заиченко «Новые пероксидсодержащие поли(этиленгликоль)–блок–поли(диметиламиноэтил матакрилат) сополимеры»
C1-88	<u>Насибуллин И.И.</u> , Сигаева Н.Н., Тихонова О.В., Колесов С.В. «Координационная полимеризация на макроинициаторах»
C1-89	<u>Насибуллин И.И.</u> , Сигаева Н.Н., Ялалова А.И., Сафиуллин Р.Л., Колесов С.В. «Влияние металлоценов на распад пероксида бензоила в радикальной полимеризации»
C1-90	<u>Ж.А. Нурпеисова</u> , Р.А. Мангазбаева, Е.М. Шайхутдинов, Ш.Г. Алимханова «Синтез привитых сополимеров метилцеллюлозы с акриловыми мономерами»
C1-91	<u>В.В. Одинцова</u> , М.Ю. Заремский, Е.С. Гарина, М.Е. Гурский, Ю.Н. Бубнов «Влияние концентрации кислорода на кинетику и механизм радикальной полимеризации метилметакрилата под действием системы аммин-трипропилборан/кислород»
C1-92	<u>Омельченко О.Д.</u> , Томшик Е., Жигунов А.Н., Гуськова О.А., Грибкова О.Л., Господинова Н.П. «Самоорганизация полианилина при его синтезе в воде»
C1-93	<u>Павловская М.В.</u> , Гришин Д.Ф. «Синтез блок- и привитых сополимеров на основе поливинилхлорида методами контролируемой радикальной полимеризации»
C1-94	<u>И.В. Панков</u> , В.П. Юдин, В.Н. Вережников «Жидкофазное наполнение бутадиен-стирольных каучуков белой сажой, модифицированной кремний- и азотсодержащими реагентами»
C1-95	<u>Пирниязов К.К.</u> , Ашуров Н.Ш., Карева Н.Д., Милушева Р.Ю., Югай С.М., Рашидова С.Ш. «О получении наночастиц хитина <i>Bombyx mori</i> »
C1-96	<u>Пискарев М.С.</u> , Гильман А.Б., Яблоков М.Ю., Кузнецов А.А. «Изменение свойств поверхности пленок полифторолефинов, модифицированных в плазме, при хранении и нагревании»

C1-97	<u>Пискарев М.С.</u> , Гильман А.Б., Щеголихин А.Н., Шмакова Н.А., Яблоков М.Ю., Кузнецов А.А. «Модифицирование поверхности пленок сополимера тетрафторэтилена с винилиденфторидом под действием разряда постоянного тока»
C1-98	<u>Примжарова С.Т.</u> , Калдыбеков Д.Б., Уркимбаева П.И., Мун Г.И. «Термочувствительные сополимеры на основе N-винилкапролактама»
C1-99	<u>Рабенок Е.В.</u> , Эстрин Я.И., Новиков Г.Ф., Бадамшина Э.Р. «Влияние малых концентраций углеродных нанотрубок на диэлектрические свойства полуретанмочевинного эластомера»
C1-100	<u>Ришина Л.А.</u> , Лалаян С.С., Гагиева С.Ч., Тускаев В.А., Перепелицина Е.О., Kissin Y.V. «Эффект сокатализатора в реакциях полимеризации пропилена на постметаллоценовых комплексах»
C1-101	<u>Ришина Л.А.</u> , Лалаян С.С., Галашина Н.М., Гагиева С.Ч., Тускаев В.А., Перепелицина Е.О., Kissin Y.V. «Полимеризация линейных высших α -олефинов на модифицированном катализаторе Циглера и на постметаллоценовом комплексе»
C1-102	<u>Розенцвет В.А.</u> , Козлов В.Г., Коровина Н.А., Новаков И.А. «Новый метод определения констант скорости роста цепи в катионной полимеризации 1,3-диенов»
C1-103	<u>Рощупкин В.П.</u> , Рощупкина О.С. «Механохимические реакции виниловых мономеров с фуллереном»
C1-104	<u>Жубанов Б.А.</u> , Кравцова В.Д., Умерзакова М.Б., Искаков Р.М., <u>Сариева Р.Б.</u> «Новая полимер-полимерная композиция на основе алициклического полиимида»
C1-105	<u>Сахипова И.И.</u> , Фатыхов А.А., Егоров А.Е., Седова Э.А., Крайкин В.А. «Синтез и свойства периодических (со)полиариленфталидов на основе дифенилоксида и <i>n</i> -терфенила»
C1-106	<u>Свидченко Е.А.</u> , Сурин Н.М., Сиган А.Л., Кузнецов А.А. Фотоиницированная КРП винилацетата и бутилакрилата в присутствии $\text{Co}^{\text{II}}(\text{salen})$: фотолиз мономеров в качестве внешнего источника радикалов»
C1-107	Л.Н. Руссиян, В.П. Божок, <u>И.В. Седов</u> «Полимеризация метилакрилатов в присутствии алюминийорганических соединений и комплексов переходных металлов»
C1-108	<u>Семенычева Л.Л.</u> , Казанцев О.А., Мойкин А.А., Сивохин А.П., Гераськина Е.В., Маткивская Ю.О. «Синтез и практическое использование сополимеров на основе винилалкиловых эфиров»
C1-109	<u>Серхачева Н.С.</u> , Прокопов Н.И., Черникова Е.В., Толкачев А.В. «Псевдоживая радикальная полимеризация в условиях обратимой передачи цепи в высокодисперсных эмульсиях стирола»
C1-110	<u>Н.А. Сивов</u> , А.И. Мартыненко, Н.И. Попова, М.Р. Меняшев, Н.А. Клещева «Исследование полимеризации метакрилатгуанидина и метакрилоилгуанидин гидрохлорида на высоких степенях превращений»
C1-111	<u>Е.В. Сивцов</u> , А.И. Гостев, Ю.Е. Москаленко «Возможности спектроскопии ЯМР при изучении контролируемой радикальной полимеризации с обратимой передачей цепи»

C1-112	<u>Е.В. Сивцов, Е.В. Черникова</u> «Особенности микроструктуры сополимеров, образующихся при радикальной сополимеризации в условиях обратимой передачи цепи в присутствии симметричных тритиокарбонатов»
C1-113	<u>Силантьев М.А., Щербаков С.А., Перепелицина Е.О., Курочкин С.А.</u> «Исследование высокоразветвленных полистиролов, содержащих пероксидные группы, в качестве макроинициаторов при полимеризации (мет)акрилатов»
C1-114	<u>Сорочкина К.Р., Курмаев Д.А, Тускаев В.А.</u> «Биядерный комплекс титана(IV) с 6,6'-(пиперазин-1,4-диил)бис(2,4-ди-трет-бутилфенолом) в качестве катализатора полимеризации этилена и гексена-1»
C1-115	<u>Спиридонов В.В., Захаров А.Н., Панова И.Г., Топчиева И.Н.</u> «Синтез и свойства полимолекулярного аддукта на основе гидроксипропил- β -циклодекстрина»

Четверг, 30 января

C1-116	<u>Старчак Е.Е., Ушакова Т.М., Крашенников В.Г., Гринев В.Г., Новокшенова Л.А.</u> «Модификация морфологии и физико-механических свойств ПЭВП сополимерами этилен/гексен-1 в процессе синтеза»
C1-117	<u>Ю.М.Султанов</u> «Синтез комплексов осмия на основе модифицированных сополимеров аминопропилимидазола»
C1-118	<u>А.Н. Суханова, С.М. Ерёмкин, Р.Р. Мубаракшин, О.В. Барнягина</u> «Полимеризация пропилена в присутствии каталитических систем Циглера-Натта с различными типами внешних электронодоноров»
C1-119	<u>Тавакалян Н.Б., Сергеева С.Н, Ерицян В.К., Бадалян В.Е., Восканян П.С.</u> «Влияние среды на сополимеризацию винилацетата с кротоновой кислотой»
C1-120	<u>М.Н. Темников, А.М. Музафаров</u> «Исследование влияния различных условий на образование сверхразветвлённых полифенилалкоксисилоксанов»
C1-121	<u>Терехов И.В., Филатов С.Н., Чистяков Е.М., Киреев В.В.</u> «Модификация эпоксидных композиций амино- и эпоксисодержащими арилоксифосфазенами»
C1-122	<u>Тищенко А.С., Мудров А.Н., Агеева Т.А., Койфман О.И.</u> «Сравнение констант инициирования радикальной полимеризации метилметакрилата и стирола в условиях микроволнового излучения»
C1-123	<u>И.М. Ткаченко, Я.Л. Кобзарь, О.В. Шекера, В.В. Шевченко</u> «Синтез фторированных в ядро полиариловых эфиров содержащих изомерные фрагменты, аллил- и ацетильные группы»
C1-124	<u>А.В. Устимов, А.А. Кузнецов</u> «Альтернативный подход к получению полиимидных пленок»
C1-125	<u>Ушакова Т.М., Старчак Е.Е., Новокшенова Л.А.</u> «Влияние природы алкилалюмокасана на свойства металлоценовых катализаторов в полимеризации олефинов»
C1-126	<u>Е.Е. Файнгольд, А.Н. Галиуллин, О.Н. Бабкина, С.Л. Саратовских, В.Д. Махаев, Н.М. Бравая</u> «Новые активаторы металлоценовых катализаторов полимеризации олефинов на основе трифенилциклопропенильного катиона и слабо координированных В- и Al-содержащих анионов»

C1-127	<u>Е.Е. Файнгольд</u> , О.Н. Бабкина, С.Л. Саратовских, А.Н. Панин, И.В.Жарков, Н.М. Бравая «Изобутил- и арилоксиизобутилалюмоксаны – эффективные активаторы цирконоценовых каталитических систем полимеризации олефинов»
C1-128	<u>Федорчук А.Н.</u> , Косолапов А.Н., Спиридонова Р.Р. «Изучение влияния полиэфира эндикового ангидрида и диоксида титана на синтез и свойства поликапроамида»
C1-129	<u>Фетин П.А.</u> , Матушкин Н.И., Волкова А.В., Зорин И.М., Билибин А.Ю. «Полимеризация мономерных поверхностно-активных веществ в присутствии полиэлектролитов»
C1-130	<u>О.А. Фридман</u> , А.В. Сорокина «Химическая модификация пластифицированного ацетата целлюлозы»
C1-131	<u>Холхоев Б.Ч.</u> , Бурдуковский В.Ф., Могнонов Д.М. «Синтез ароматических полиамидинов и их окислительная дегидроциклизация в полибензимидазолы»
C1-132	<u>Челушкин П.С.</u> , Дорош М.Ю., Золотова Ю.И., Гаврилова И.И., Похвощев Ю.В., Добродумов А.В., Назарова О.В., Буров С.В., Панарин Е.Ф. «Модификация сополимеров винилпирролидона, содержащих аминоксигруппы»
C1-133	<u>Б.Г. Завин</u> , Н.В.Сергиенко, <u>Н.В. Черкун</u> , Е.С. Транкина, А.А. Корлюков «Контролируемый синтез каркасных гетеро(металло)силоксанов в реакциях ионного металлообмена (переметаллирования)»
C1-134	<u>Е.В. Черникова</u> , А.В. Плуталова, В.Р. Дуфлот, Е.А. Дубова «Особенности радиационной полимеризации виниловых мономеров в присутствии агентов обратимой передачи цепи»
C1-135	<u>Чечет Ю.В.</u> , Мамышева О.Н., Чесноков С.А. «Кинетика фотополимеризации ряда олигоэфир(мет)акрилатов»
C1-136	<u>Чигорина Т.М.</u> , Арутюнянц А.А. «Фоточувствительные материалы на основе азотсодержащих гетероциклов»
C1-137	<u>Чигорина Т.М.</u> , Горбунов А.И., Арутюнянц А.А., Дзедоева А.С. «Полиазометины на основе декагидроакридиндиона, содержащего фрагмент пространственно-затрудненного фенола в основной цепи»
C1-138	<u>Н.В. Чинова</u> , Н.Н. Макарова, А.А. Шапошников «ЖК гребнеобразные циклолинейные полиметилсилоксаны с боковыми 4-цианобифенокситетраметилдисилоксипропиленовыми заместителями. синтез и свойства»
C1-139	<u>Чукова С.Н.</u> , Кузнецов А.А., Цегельская А.Ю., Шахнес А.Х., Серушкина О.В., Дутов М.Д., Шевелев С.А. «Новые сверхразветвленные полиимиды на основе производных тринитротолуола»
C1-140	<u>Шаповалов С.В.</u> , Синицына Т.Н. «Разработка новых типов акриловых пленкообразователей для отделки натуральной кожи»
C1-141	<u>Шапошникова В.В.</u> , Салазкин С.Н., Ткаченко А.С., Казанцева В.В., Звукова Н.Д., Мироненко Н.С. «Ароматические простые сополиэфиры: селективный синтез и свойства»
C1-142	<u>Н.Н. Шевченко</u> , Г.А. Панкова, Б.М. Шабсельс, В.А. Байгильдин «Синтез частиц на основе сополимеров стирола с N-винилформамидом и диметакрилатом этиленгликоля»

C1-143	<u>Шершнева И.Н.</u> , Эстрина Г.А., Гурьева Л.Л., Аллаяров С.Р., Смирнов Ю.Н., Эстрин Я.И. «Исследование методом жидкостной хроматографии молекулярно-массовых характеристик золь-фракций полимеров при их облучении»
C1-144	Н.С. Китаева, <u>Ю.М. Ширякина</u> , А.А. Новикова, А.А. Шимкин, Е.А. Монин, И.А. Быкова, С.Л. Русаков «Исследование влияния аминокислот на параметры отверждения и термоокислительную деструкцию олигометилфенилсилоксана»
C1-145	<u>Шурыгина М.П.</u> , Леньшина Н.А. «Избирательное введение металлов в полимерную матрицу на основе <i>o</i> -хинонметакрилатов»
C1-146	<u>Щехавцова Т.Н.</u> , Хаустов И., Гусев Ю.К., Попов А.П., Тихомиров С.Г. «Синтез и свойства функционализированных низкомолекулярных каучуков, получаемых методом термоокислительной деструкции»
C1-147	<u>Юзик-Климова Е.Ю.</u> , Кучкина Н.В., Сорокина С.А., Шифрина З.Б., Бронштейн Л.М. «Синтез магнитных наночастиц оксида железа в присутствии полифениленпиридиновых дендронов»
C1-148	<u>Юмагулова Р.Х.</u> , Крайкин В.А., Колесов С.В. «Радикальная полимеризация метилметакрилата и стирола в присутствии фуллерена C ₆₀ и ферроцена»
C1-149	<u>Юмагулова Р.Х.</u> , Медведева Н.А., Крайкин В.А., Колесов С.В. «Фракционный состав фуллерен(C ₆₀)содержащих виниловых полимеров»
C1-150	<u>Яблоков М.Ю.</u> , Гильман А.Б., Кузнецов А.А., Сурин Н.М., Щеголихин А.Н., Гайдар А.И., Стрельцов Д.Р., Augustyniak-Yablokow M.A., Tadyszak K. «Полимеризация 1-аминонафталина в разряде постоянного тока»
C1-151	<u>Яблоков М.Ю.</u> , Шевченко В.Г., Гильман А.Б., Кузнецов А.А. «Электрические свойства пленок ПТФЭ, модифицированных в разряде постоянного тока»

Секция 2 «Полимеры в биологии и медицине, биodeградируемые полимеры»

Понедельник, 27 января

C2-1	<u>Абдикаримов М.Н.</u> , Тургумбаева Р.Х. «Противомикробные краски без органических растворителей»
C2-2	<u>Алексашкин А.Д.</u> , Абакумова Т.О., Мустафина Т.Б., Морозова А.Ю., Губский И.Л., Клячко Н.Л., Нуколова Н.В., Кабанов А.В. «Новый подход к синтезу двухслойных комплексов на основе супероксиддисмутазы для биомедицинских применений»
C2-3	<u>Д.В. Анохин</u> , Д.А. Иванов, M. Rosenthal, Я.И. Одарченко, Е.М. Антипов, N.J. Sijbrandi, P.J. Dijkstra, J. Feijen, A.J. Kimenai, E.P.C. Mes, R. Broos, G. Bar «Структура и свойства сегментированных блок-сополимеров с контролируемой толщиной кристаллов»
C2-4	<u>Апрятин К.В.</u> , Мочалова А.Е., Бакина Л.И., Смирнова О.Н., Грачева Т.А., Кузьмичева Т.А., Смирнова Л.А. «Получение и свойства композиций хитозана с наночастицами серебра в дисперсиях и пленках»

C2-5	<u>В.А. Байгильдин</u> , Т.Г.Евсеева, Н.А. Лавров, Н.Н. Шевченко «Функциональные полимерные системы на основе сополимеров метилметакрилата: синтез и применение в качестве носителей биополимеров»
C2-6	<u>Бакалова М.В.</u> , Кузнецов В.А. «Синтез низкомолекулярного низкомолекулярного хитозана и его производных»
C2-7	<u>Батырбеков Е.О.</u> , Исмаилова А.Б. «Полимерные микрочастицы с контролируемым высвобождением противотуберкулезных препаратов»
C2-8	<u>Батырбеков Е.О.</u> , Утельбаева З.Т., Исмаилова А.Б. «Разработка полимерных имплантатов офтальмохирургического назначения»
C2-9	<u>А.Н. Бояндин</u> , Т.Г. Волова «Биоразрушаемые полигидроксикарбоксилаты: структура и свойства многокомпонентных сополимеров»
C2-10	<u>Быковский Д.В.</u> , Лавлинская М.С., Мокшина Н.Я., Шаталов Г.В. «Экстракция гистидина гибридными композитами на основе тетраэтоксисилана и водорастворимых полимеров»
C2-11	<u>Бычук М.А.</u> , Т.А Чердынцева «Получение, изучение структуры и деструкция антимикробных пленок из смеси биополимеров»
C2-12	<u>Ванчугова Л.В.</u> , Обыденнова И.В., Талызенков Ю.А., Валуев И.Л. «Новый подход к регулированию структуры полимерных гидрогелей»
C2-13	<u>Вассерман Л.А.</u> , Константинова Т.Н., Голяновская С.А., Аксенова Н.П., Романов Г.А. , Плащина И.Г. «Влияние условий биосинтеза на структурные особенности крахмалов, экстрагированных из трансгенного картофеля»
C2-14	<u>Власова К.Ю.</u> , Абакумов М.А., Головин Ю.И., Клячко Н.Л., Кабанов А.В. «Стабилизация наночастиц магнетита полимерными покрытиями и изучение влияния действия переменного магнитного поля на полученные наноконплексы»
C2-15	<u>Воейков Р.В.</u> , Нуколова Н.В. «Синтез и изучение процесса введения лекарства в полимерные наноконтейнеры»
C2-16	<u>Вортман М.Я.</u> , Вакулюк П.В., Фуртат И.М., Лемешко В.Н., Иванова Т.С., Тригуб С.А., Бурбан А.Ф., В.В.Шевченко «Гуанидинсодержащий полиакриламидный гидрогелевый носитель»
C2-17	<u>Гасилова Е.Р.</u> , Шенина А.Я., Шевченко Н.Н., Бочек А.М., Александрова Г.П., Сухов Б.Г. «Рассеяние света водными и водно-солевыми растворами арабиногалактана»
C2-18	<u>Горбунова М.Н.</u> , Лемкина Л.М. «Новые гуанидинсодержащие полимеры и наноконпозиты: синтез и биоцидные свойства»
C2-19	<u>Горина С.Ю.</u> , Крылов А.В., Пашкин И.И., Чихачева И.П. «Влияние внешних факторов на фазовый переход поли-N-винилкапролактама и его взаимодействие с трипсином»
C2-20	<u>Горшкова Р.М.</u> , Махкамов Х.К., Бободжонова Г.Н., Мухидинов З.К., Халиков Д.Х. «Непрерывное фракционирование пектиновых полисахаридов»
C2-21	<u>М.Ю.Горшкова</u> , И.Ф.Волкова, Э.С.Григорян, В.А. Изумрудов «pH-чувствительные полиэлектролитные комплексы для систем эффективной направленной доставки лекарств: получение и свойства»

C2-22	<u>Т.Е. Григорьев</u> , В.С.Ямщиков, Р.Д. Варганов, М.А. Щербина, Д.Ю. Столярова «Структурообразование в металл-хитозановых нанокompозитах»
C2-23	<u>Даутова А.Н.</u> , Янов В.В., Штейнберг Е.М., Зенитова Л.А. «Новый подход к созданию биodeградируемых полимеров»
C2-24	<u>Демина Т.С.</u> , Аكوпова Т.А., Зеленецкий А.Н. «Матриксy для тканевой инженерии на основе сополимеров хитозана с L,D-лактидом, полученных методом твердофазного синтеза»

Вторник, 28 января

C2-25	<u>В.Я. Гринберг</u> , Н.В. Гринберг, Т.В. Бурова, <u>А.С. Дубовик</u> , И.Я. Ерухимович, А.А. Сенин, Е.Ю. Миронова, С.А. Потехин «Калориметрическое исследование влияния давления на фазовое расслоение водных растворов поли-N-изопропилакриламида»
C2-26	<u>Евлампиева Н.П.</u> , Коттэ Э., Округин Б.М. «Молекулярные особенности дендриграфтов полилизина»
C2-27	<u>Ершов Д.Ю.</u> , Ворошилова Т.М., Плешков А.С., Киппер А.И., Боровикова Л.Н., Писарев О.А. «Ферментативные и бактерицидные свойства комплексов химотрипсина с наночастицами серебра»
C2-28	<u>А.А. Ефимова</u> , Д.А. Пятникова, А.А. Ярославов «Взаимодействие поликатиона с липосомами, содержащими ПАВ с одним алкильным радикалом»
C2-29	<u>А.А. Ефимова</u> , С.Н. Костенко, А.А. Ярославов «Комплексы синтетического поликатиона с холестеринсодержащими липосомами»
C2-30	<u>Желтоножская Т.Б.</u> , Парцевская С.В., Климчук Д.А., Горчев В.Ф., Федорчук С.В. «Мицеллярные носители лекарств на основе асимметричных блок-сополимеров с химически комплементарными компонентами»
C2-31	<u>Жуйков В.А.</u> , Багров Д.В., Бонарцев А.П., Иорданский А.Л., Бонарцева Г.А., Шайтан К.В. «Исследование морфологии и процесса разложения поли(3-оксибутирата) в ультратонких пленках методом атомно-силовой микроскопии»
C2-32	<u>Н.В. Захарова</u> , Е.Б. Тарабукина, М.С. Борисенко, М.В. Соловский «Молекулярные характеристики и межмолекулярные взаимодействия в растворах сополимеров N-2-винилпирролидона с N-кротоноил-аминокапроновой и винилуксусной кислотами»
C2-33	<u>Зоткин И.И.</u> , Кузнецова Н.В., С.В. Зеленцов, Кабанова Л.В., А.С. Благоднравова «Полимерные антимикробные покрытия»
C2-34	<u>О.В. Ивашков</u> , А.А. Ефимова, А.В. Сыбачин, А.А. Ярославов «Комплексы анионных липосом с синтетическими линейными поликатионами на основе кватернизованного поли-2-винилпиридина»
C2-35	<u>Израйлит В.В.</u> , Седуш Н.Г., Чвалун С.Н. «Структура и свойства нанокompозита на основе полимолочной кислоты и монтмориллонита, полученного поликонденсацией <i>in situ</i> »

C2-36	Шибряева Л.С., Люсова Л.Р., Макаров О.В., <u>Ильин А.А.</u> , Толстов А.М., Горбунова Е.М. «О разработке подхода к формированию заданных свойств эластомерных материалов медицинского назначения»
C2-37	Л.Н.Андреева, Т.Н. Некрасова, С.В. Бушин, М.А. Безрукова, <u>Р.Т. Иманбаев</u> , В.Д. Паутов, Ю.И. Золотова, О.В. Назарова, Е.Ф. Панарин «Конформационные свойства гомополимера N,N-диметиламино-этилметакрилата и его сополимеров с 2-деокси-2-метакриламидо-D-глюкозой в различных растворителях»
C2-38	Бурибаева М.С., <u>Ирмухаметова Г.С.</u> , Мун Г.А. «Разработка гидрогелевых мазей с противотуберкулезной активностью»
C2-39	<u>Истратов В.В.</u> , Борисова Н.А., Васнев В.А. «Поверхностно-активные полимеры на основе гидроксикислот»
C2-40	Симаненкова Л.М., Соколов В.В., Чердынцева Т.А., Солянкина М.А., <u>Кильдеева Н.Р.</u> «Волокнистые и пленочные материалы с анестезирующим и антимикробным действием на основе сополимеров EUDRAGIT®»
C2-41	<u>Андреев Е.А.</u> , <u>Комкова М.А.</u> , Воронин О.Г., Карякин А.А. «Повышение проводимости поли-3-аминофенилборной кислоты как результат комплексообразования с сахарами»
C2-42	<u>Кочнева И.К.</u> , Гуллер А.Е., Семчишен В.А., Хайдуков Е.В., Нечаев А.В., Никитин М.П., Гребенник Е.А., Соколов В.И., Шехтер А.Б., Зубов В.П., Звягин А.В., Деев С.М., Генералова А.Н. «Полимерные дисперсии гибридных магнитно-люминесцентных частиц для <i>in vivo</i> анализа»
C2-43	<u>Куницкая Л.Р.</u> , Желтоножская Т.Б., Пермькова Н.М. «Гидрофильные блок-сополимеры для инкапсулирования доксорубина»
C2-44	<u>Курская Е.А.</u> , Самойлова Н.А., Благодатских И.В., Аскадский А.А. «Агрегационная устойчивость наночастиц серебра, стабилизированных амфифильными сополимерами малеиновой кислоты, в водных солевых растворах»
C2-45	<u>Луканина Ю.К.</u> , Хватов А.В., Колесникова Н.Н., Королева А.В., Попов А.А. «Добавки, инициирующие процесс оксо-разложения полиэтилена»
C2-46	<u>Л.А. Марченко</u> , Г.В. Бутовская, Л.П. Круль, А.А. Рогачев «Структура тонкопленочных полилактидных покрытий медицинского назначения»
C2-47	<u>Масталыгина Е.Е.</u> , Лихачев А.Н., Попов А.А. «Влияние наполнителей природного происхождения для биodeградируемых композиций на основе синтетических полимеров на рост и биологическую активность культур микромицетов»
C2-48	<u>Мещанкина М.Ю.</u> Чвалун С.Н., Щербина М.А., Кузнецова Я.А. «Создание биоразлагаемых материалов на основе ПЛА и ПА-6»

Среда, 29 января

C2-49	<u>В.О. Мирончик</u> , Т.Л. Юркштович, Н.В. Голуб, П.М. Бычковский, В.А. Алиновская, Р.И. Костерова, Соломевич С.О., Юркштович Н.К. «Биodeградируемые гидрогели на основе высокозамещенных фосфатов крахмала»
C2-50	<u>Мирончик В.О.</u> , Юркштович Т.Л., Голуб Н.В., Алиновская В.А., Бычковский П.М., Юркштович Н.К. Исследование процессов взаимодействия гидрогелей на основе высокозамещенных фосфатов крахмала с биологически активными веществами

C2-51	<u>Мударисова Р.Х.</u> , Коптяева Е.И. «Твердофазный механохимический синтез биологически активных комплексов полисахарид – гербицид»
C2-52	<u>Мун Г.А.</u> , Шайхутдинов Е.М., Ермухамбетова Б.Б., Уркимбаева П.И., Агибаева Л., Мангазбаева П.И., Темирханова Г.Е., Бексултанов Ж. «Развитие радиационно-химического производства гидрогелевых материалов био-медицинского назначения в Казахстане»
C2-53	<u>Мухамедова Р.Ф.</u> , Бойко Г.И., Любченко Н.П. «Синтез и применение функционализированных сополимеров малеинового ангидрида»
C2-54	<u>Назаров Л.И.</u> , Гаврилов А.А., Чертович А.В., Тамм М.В. «Аномальная диффузия в складчатой (фрактальной) глобуле и динамика диффузионно-лимитированной реакции в хроматине»
C2-55	<u>Никитина В.Н.</u> , Воронин О.Г., Карякин А.А. «Электрохимическая полимеризация <i>o</i> -аминофенил-борной кислоты и изучение свойств полученных полимеров при комплексообразовании с сахарами»
C2-56	Агибаева Л.Э., <u>Нурмахамбетова А.А.</u> , Турмуханова М.Ж., Мангазбаева Р.А., Мун Г.А. «Изучение процесса взаимодействия поливинилпирролидона с анестетиком рихлокаин»
C2-57	<u>З.Н. Нысенко</u> , А.М. Сахаров, Э.Е. Саид-Галиев, Я.Е. Белевцев, С.И. Дайнеко, М.И. Бузин, Г.Г. Никифорова, А.Р. Хохлов «Синтез и исследование структуры и теплофизических свойств тройных сополимеров окисей алкиленов, диоксида углерода и L-лактида»
C2-58	<u>Округин Б.М.</u> , Левит М.Л., Губарев Е.А., Евлампиева Н.П. «Конформационные и гидродинамические свойства поли(2-деокси-2-метакриламидо-D-глюкозы) и ее сополимеров с непредельными кислотами»
C2-59	<u>Парцевская С.В.</u> , Желтоножская Т.Б., Климчук Д.А., Горчев В.Ф. «Морфология наноструктур амфифильных блок-сополимеров с биоразлагаемыми компонентами»
C2-60	<u>Пермякова Н.М.</u> , Желтоножская Т.Б., Климчук Д.А., Максин В.И., Якубчак О.Н., Игнатовская М.В. «Мицеллярные системы на основе блок-сополимеров для инкапсуляции витамина Е и стабилизации наночастиц серебра»
C2-61	<u>Писарев О.А.</u> , Полякова И.В., Лещинская А.П., Сверлова Н.А., Грошикова А.Р., Хирманов В.Н., Панарин Е.Ф. «Селективные полимерные сорбенты для гемосорбции»
C2-62	<u>Подзорова М.В.</u> , Тертышная Ю.В., Шибряева Л.С., Попов А.А. «Полилактид как решение экологической проблемы»
C2-63	Тертышная Ю.В., <u>Подзорова М.В.</u> , Шибряева Л.С., Попов А.А. «Биодеструкция тонких пленок на основе полилактида и поли-3-гидроксибутирата»
C2-64	<u>Простякова А.И.</u> , Капустин Д.В., Зубов В.П. «Применение композиционных сорбентов в клинической диагностике»
C2-65	<u>Л.А. Рассказова</u> , Д.Н. Лыткина, Е.Г. Шаповалова, М.А. Поздняков, В.В. Ботвин, К.В. Рубцов, И.В. Жук, Н.М. Коротченко, А.Г. Филимошкин «Получение биоактивных композитов <i>in situ</i> на основе олигомеров молочной кислоты, привитых на поверхность гидроксиапатита»

C2-66	<u>Рахматуллина Э.Р.</u> , Лисаневич М.С., Галимзянова Р.Ю., Мусин И.Н., Хакимуллин Ю.Н. «Влияние ионизирующего излучения на свойства нетканых материалов на основе полипропилена медицинского назначения»
C2-67	<u>Розенцвет В.А.</u> , Коровина Н.А., Нестеров В.Н. «Катионная гомо- и сополимеризация растительного масла»
C2-68	<u>Романюк А.В.</u> , Мелик-Нубаров Н.С. «Системы на основе амфифильных сополимеров как носители для хемилюминесцентных соединений, генерирующих свет при контакте с перекисью водорода»
C2-69	<u>Сандалова Т.О.</u> , Бычков Д.А., Абакумов М.А., Шеин С.А., Корчагина А.В., Кабанов А.В., Нуколова Н.В., Чехонин В.П. «МРТ контрастные агенты на основе полилизина и моноклональных антител»
C2-70	<u>Седуш Н.Г.</u> , Маилян А.К., Чвалун С.Н. «Исследование кинетики полимеризации лактонов под действием октоата олова и комплексных катализаторов на основе цинка»
C2-71	<u>Сигаева Н.Н.</u> , Вильданова Р.Р., Куковинец О.С., Зайдуллин И.С., Фазылова Г.Р., Колесов С.В. «Модифицированные полисахариды как основа гидрогелей в медицине»

Четверг, 30 января

C2-72	<u>Ю.А. Симонова</u> , Н.А. Клещева, М.О. Шлеева, А.С. Капрельянц, Л.М. Тимофеева «Протонированные полидиаллиламины различной гидрофобности, обладающие высокой активностью против <i>Mycobacterium tuberculosis</i> »
C2-73	Красильникова О.К., <u>Соловцова О.В.</u> , Никитин Л.Н., Шинкарев С.М. «Увеличение удельной поверхности хитозана лиофильной и флюидной (CO ₂) дегидратацией»
C2-74	<u>Сорокина С.А.</u> , Стройлова Ю.Ю., Муронец В.И., Шифрина З.Б. «Изучение способности катионных пиридилфениленовых дендримеров разрушать белковые агрегаты»
C2-75	<u>Т.П. Степанова</u> , Т.Д. Ананьева, В.М. Капралова «Исследование дипольного момента и конформационных свойств комплекса поли-N-винилпирролидона с фуллереном C ₆₀ в разбавленном водном растворе»
C2-76	<u>Сыбачин А.В.</u> , Заборова О.В., Plamper F., Talmon Y., Ярославов А.А. «Особенности строения и свойств комплексов катионных звездообразных полимеров и анионных липосом различного фазового состояния»
C2-77	<u>Е.Б.Тарабукина</u> , М.В.Соловский, В.Д.Паутов, М.Ю.Смирнова, Н.В.Захарова, А.И.Амирова, Т.Д.Ананьева, Р.Т.Иманбаев «Физико-химические свойства и стабильность полимерных комплексов антибиотиков-аминогликозидов»
C2-78	<u>Темирханова Г.Е.</u> , Турмуханова М.Ж., Абилов Ж.А., Бурашева Г.Ш., Мун Г.А. «Гидрогелевые повязки на основе фитопрепарата алхидина и анестетика рихлокаина»
C2-79	<u>Туктарова И.Ф.</u> , Кулиш Е.И. «Ферментативная деструкция хитозана в присутствии антибиотика сульфата амикацина»
C2-80	<u>Тумабаева А.М.</u> , Отегенова Г.К., Мырзабек А.Б., Ахметкалиева Р.А., Тажбенова Г.Б. «Набухающее поведение гидрогелевых повязок на основе ПВП-ЛД»

C2-81	<u>Тумабаева А.М.</u> , Хавилхайрат Б., Сарова Н.Б., Жатканбаева Ж.К. «Синтез гидрогелевых повязок на основе лекарственного препарата с местноанестезирующим действием»
C2-82	<u>Успенский С.А.</u> , Свидченко Е.А., Сурин Н.М., Зеленецкий А.Н., Хабаров В.Н. «Биополимеры меланин и гиалуроновая кислота для синтеза и стабилизации наночастиц золота. перспективы применения в медицине»
C2-83	<u>Иванов П.Л.</u> , <u>Успенский С.А.</u> , <u>Хабаров В.Н.</u> «Гиалуроновая кислота и её твёрдофазно полученные композиции с различными метаболитами, как основа для хрящевой тканевой инженерии»
C2-84	<u>Халикова С.</u> , <u>Горшкова Р.М.</u> , <u>Валиев М.В.</u> , <u>Мухидинов З.К.</u> «Воздействие высокой температуры и давления на выход и качество пектиновых веществ»
C2-85	<u>Хоменко А.Ю.</u> , <u>Богомоллова Т.Б.</u> , <u>Чвалун С.Н.</u> «Получение нетканых и дисперсных материалов на основе хитозана методом электроформования»
C2-86	<u>Цверова Н.Е.</u> , <u>Смирнова Л.А.</u> , <u>Мочалова А.Е.</u> , <u>Маркин А.В.</u> , <u>Смирнова О.Н.</u> «Биоразлагаемые материалы на основе хитозана и полилактида»
C2-87	<u>Чопабаева Н.Н.</u> , <u>Муканов К.Н.</u> , <u>Тасмагамбет А.Т.</u> «Сорбенты на основе лигнина для очистки биологических жидкостей»
C2-88	<u>Шатабаева Э.О.</u> , <u>Уркимбаева П.И.</u> , <u>Мун Г.И.</u> «Разработка рецептуры гидрогелевых повязок, содержащих биологические активные добавки»
C2-89	<u>Яркова А.В.</u> , <u>Шкарин А.А.</u> , <u>Новиков В.Т.</u> «Синтез полилактида»

Секция 3 «Функциональные полимеры для энергетики, электроники, фотоники, мембранных технологий»

Понедельник, 27 января

C3-1	<u>Бакиров А.В.</u> , <u>Щербина М.А.</u> , <u>Лупоносов Ю.Н.</u> , <u>Пономаренко С.А.</u> , <u>Чвалун С.Н.</u> «Исследование структуры тонких пленок производных а,а'-диалкилолиготиофенов, ориентированных внешним электрическим и магнитным полем in situ»
C3-2	<u>Балакина М.Ю.</u> , <u>Вахонина Т.А.</u> , <u>Назмиева Г.Н.</u> , <u>Шарипова С.М.</u> , <u>Иванова Н.В.</u> , <u>Фоминых О.Д.</u> , <u>Тухбатулина А.И.</u> , <u>Смирнов Н.Н.</u> , <u>Якиманский А.В.</u> «Нелинейно-оптические эпоксиаминные олигомеры с дендритными хромофор-содержащими фрагментами»
C3-3	<u>Беганцова Ю.Е.</u> , <u>Бочкарев Л.Н.</u> , <u>Ильичев В.А.</u> «Синтез и электролюминесцентные свойства платинасодержащих полинорборненнов»
C3-4	<u>Бегунов Р.С.</u> , <u>Валяева А.Н.</u> , <u>Червоногородская Е.И.</u> «Новые ароматические фторсодержащие полиимиды с низкой диэлектрической проницаемостью - материалы для микроэлектроники»
C3-5	<u>Белобржецкая-Коста Л.Н.</u> , <u>Гильман А.Б.</u> «Новые полимерные материалы на основе тиофеновых молекул для специальных применений: синтез в плазме»
C3-6	<u>Богомоллова О.Э.</u> , <u>Кондратенко М.С.</u> , <u>Годовский Д.Ю.</u> «Изменения степени окисления полианилина как основа его мемристивности»
C3-7	<u>Борисова М.Э.</u> «Нестационарные процессы электропереноса в полимерных диэлектриках»

С3-8	<u>Борисова М.Э.</u> , Осина Ю.К. «Исследование стабильности электретоного состояния плёнок полиэтилена высокого давления с мелкодисперсным наполнителем технического углерода»
С3-9	<u>Валяева А.Н.</u> , Бегунов Р.С., Беломоина Н.М., Булычева Е.Г. «Новый полимер АБ-типа для протонпроводящих мембран топливных элементов»
С3-10	<u>Вахонина Т.А.</u> , Назмиева Г.Н., Курмаз С.В., Иванова Н.В., Никонорова Н.А., Смирнов Н.Н., Якиманский А.В., Балакина М.Ю. «Синтез и квадратичная нелинейно-оптическая активность разветвленных метакриловых сополимеров, содержащих азохромофорные группы»
С3-11	<u>М.Я.Вортман</u> , Г.Я.Гродзюк, В.Н.Лемешко, Т.С. Иванова, С.А.Тригуб, А.Е.Раевська, В.В.Шевченко, С.Я.Кучмий «Фотолюминисцентные материалы на основе гуанидинсодержащих полиэпоксидов»
С3-12	<u>Гулий Н.С.</u> , Гойхман М.Я., Подешво И.В., Гофман И.В., Лорецян Н.Л., Полоцкая Г.А., Якиманский А.В. «Полимеры с бихинолиловыми звеньями в основной цепи и металл-полимерные комплексы с Cu(I): синтез и свойства»
С3-13	<u>Гурьева Л.Л.</u> , Кузуб Л.И., Грищук А.А., Эстрина Г.А., Эстрин Я.И. «Закономерности формирования наночастиц серебра с полистирилкарбоксилатными лигандами»
С3-14	Сабанов В.Х., Абаева А.Ф., <u>Дзараева Л.Б.</u> «Полимерные комплексы с переносом заряда»

Вторник, 28 января

С3-15	<u>Жирнов А.Е.</u> , Должников В.С., Коригодский А.А., Аржаков М.С., Луковкин Г.М. «Эластичные функциональные нанокмпозиционные материалы на основе полиметилметакрилата»
С3-16	<u>Должников В.С.</u> , Жирнов А.Е., Аржаков М.С., Луковкин Г.М. «Эластичные флуоресцентные материалы на основе полиметилметакрилата»
С3-17	И.В. Бакеева, Е.А. Егорова, Н.С. Перов, Е.В. Черникова, <u>В.П. Зубов</u> «Магниточувствительные органо-неорганические гибридные гидрогели»
С3-18	<u>Ковригина Т.В.</u> , Прятко Е.Ю., Алькенова Г.Т., Чалов Т.К. «Мембранные технологии очистки технологических конденсатов нефтехимических производств»
С3-19	<u>Кокарев М.Ж.</u> , Боргеков Д.Б., Бейсембаева Д.Р., Здоровец М.В., Машенцева А.А. «Восстановление <i>n</i> -нитрофенола на поверхности композитов ПЭТФ/серебро»
С3-20	<u>Кононова С.В.</u> , Баклагина Ю.Г., Петрова В.А., Кручинина Е.В., Кремнев Р.В., Орехов А.С., Клечковская В.В., Елохин В.А. «Мультислойные полиэлектролитные мембраны с разделительными слоями из хитозана и сульфозтилцеллюлозы: влияние структуры на первапорационные свойства»
С3-21	М.А. Дронов, <u>М.С. Котова</u> , И.А. Белогорохов «Эффект резистивного переключения и энергонезависимая память на его основе в полимерных материалах на микромасштабах»
С3-22	<u>Кутергина И.Ю.</u> , Шандрюк Г.А., Шаталова А.М., Целиков Г.И., Ежов А.А. «Композиционные системы на основе хиральных полимеров и наночастиц»

С3-23	О.Г. Андросова, <u>Т.В. Лаптинская</u> , А.В. Моисеенко, Б.И. Шапиро «Комплексы полидиаллилдиметиламмоний хлорид - полиметиновый краситель в водном растворе и в многослойной плёнке»
С3-24	<u>В.С.Лихоманов</u> , О.Н.Примаченко, С.С.Иванчев «Исследование протонопроводящих мембран на основе сополимера 2-фторсульфонилперфторэтилвинилового эфира и тетрафторэтилена, аналога мембран Aquivion»
С3-25	<u>Лобач А.С.</u> , Худяков Д.В., Спицына Н.Г. «Композиционные материалы с нелинейными оптическими свойствами на основе графенов и полимеров»
С3-26	<u>Неёлова О.В.</u> , Дегавцова В.П., Панова Т.А., Чехоев Ф.Х. «Кремнийорганические полимерные композиционные материалы для использования в микроэлектронике»

Среда, 29 января

С3-27	<u>Носова Г.И.</u> , Смыслов Р.Ю., Березин И.А., Соловская Н.А., Литвинова Л.С., Якиманский А.В., Лыпенко Д.А., Мальцев Е.И. «Синтез, оптоэлектронные свойства сополифлуоренов, содержащих нильский красный в боковой цепи»
С3-28	<u>Носова Г.И.</u> , Соловская Н.А., Смирнов Н.Н., Якиманский А.В., Доброхотов О.В., Абрамов И.Г. «Нелинейные оптические и светочувствительные свойства хромофорсодержащих полиимидов, полиуретанов»
С3-29	<u>Овденко В.</u> , Колендо А. «Симметричные основания Шиффа как потенциальные мономеры с оптическими свойствами»
С3-30	<u>Польщиков С.В.</u> , Комкова О.М., Недорезова П.М., Клямкина А.Н., Аладышев А.М., Шевченко В.Г., Крашенинников В.Г., Щеголихин А.Н., Марголин А.Л., Монахова Т.В., Мурадян В.Е. «Синтез и исследование функциональных материалов на основе полипропилена и углеродных наноразмерных наполнителей»
С3-31	<u>Понкратов Д.О.</u> , Шаплов А.С., Власов П.С., Лозинская Е.И., Vidal F., Surcin C., Armand M., Выгодский Я.С. «Синтез высокопроводящего твердого полиэлектролита на основе мономерных ионных жидкостей»
С3-32	Пономарев И.И., <u>Разоренов Д.Ю.</u> , Волкова Ю.А., Пономарев Ив.И., Скупов К.М. «Синтез полибензимидазолов с использованием реакций нуклеофильного замещения»
С3-33	<u>Б.М.Румянцев</u> , С.Б.Бибиков, В.И.Берендяев, А.Л.Коварский, В.Л.Леонтьев «Получение и исследование полимерных композитов с магнитными наночастицами: темновые и фотоэлектрические характеристики»
С3-34	<u>Румянцев Б.М.</u> , Берендяев В.И., Леонтьев В.Л. «Получение и исследование полимерных композитов полиалканэфиримидов с рубреном и магнитными наночастицами: магнитные спиновые эффекты в фотопроцессах (люминесценция и фотопроводимость)»
С3-35	<u>Савченко И.А.</u> , Бережницкая А.С., Сыромятников В.Г. «Полимерные металлокомплексы на основе ненасыщенных β-дикетонов – новые материалы для электролюминесцентных устройств»
С3-36	<u>Серова В.Н.</u> , Идрисов Р.А., Наумов А.К., Семашко В.В., Жукова Н.А., Мамедов В.А. «Фотостабилизация сополиметакрилатов как матриц для получения на красителях лазерно-активных сред»

СЗ-37	<u>Сидоров С.В.</u> «Нанопереходы в одноосно ориентированных полимерах как основа для функциональных материалов»
СЗ-38	<u>Скоротецкий М.С.</u> , Борщев О.В., Сурин Н.М., Писарев С.А., Пономаренко С.А. «Синтез и люминисцентные свойства олигомеров на основе производных фенилоксазола»
СЗ-39	Пономарев И.И., <u>Скупов К.М.</u> , Разоренов Д.Ю., Жигалина В.Г., Пономарев Ив.И. «Нановолоконные электроспиннинговые электроды на основе пирополимеров полиакрилонитрила»
СЗ-40	И.А. Будаговский, А.С. Золотько, <u>М.П. Смаев</u> , С.А. Швецов, Н.И. Бойко, М.А. Бугаков, М.И. Барник «Оптическая ориентация в нематическом жидком кристалле, легированном гребнеобразными полимерами»
СЗ-41	<u>М.П. Соколова</u> , Т.Е. Суханова, А.А. Кутин, Г.Н. Губанова, А.В. Теньковцев «Полифункциональные наноматериалы на основе ионогенных полипсевдоротахсанов: структурно-морфологический аспект»

Четверг, 31 января

СЗ-42	<u>А.Н. Солодухин</u> , Ю.Н. Лупоносов, J. Min, T. Ameri, N. Kausch-Busies, C.J. Brabec, С.А. Пономаренко «Новый звездообразный олигомер для органической фотовольтаики»
СЗ-43	<u>Стрюцкий А.В.</u> , Гуменная М.А., Клименко Н.С., Яковлев Ю.В., Фоменко А.А., Шевченко В.В. «Протонные олигомерные ионные жидкости»
СЗ-44	<u>Стрюцкий А.В.</u> , Гуменная М.А., Клименко Н.С., Фоменко А.А. Яковлев Ю.В., Шевченко В.В. «Апротонные олигомерные ионные жидкости»
СЗ-45	<u>Сулейменов И.Э.</u> , Семенякин Н.В., Сулейменов Э.Н. «Использование эффектов ионного обмена в системах гидрогель – раствор для реализации новых источников энергии»
СЗ-46	<u>Сыромятников В.Г.</u> , Книжникова И.С. «Наноккомпозиты – фотовольтаики на основе карбазолсодержащих полимеров и полиметиновых красителей»
СЗ-47	<u>Сысюк В.Г.</u> , Гранчак В.М., Давискиба П.М., Грищенко В.К. «Фазовые превращения наноструктурируемых фотополимерных материалов»
СЗ-48	<u>Шамардина О.М.</u> , Кондратенко М.С. «Определение параметров высокотемпературного топливного элемента с полимерной мембраной при помощи нестационарной физической модели»
СЗ-49	<u>Шандрюк Г.А.</u> , Мерекалов А.С., Земцова М.А., Горкунов М.В., Осипов М.А., Тальрозе Р.В. «Особенности термодинамики фазовых переходов в полимерных и низкомолекулярных ЖК, содержащих неорганические наночастицы»
СЗ-50	Понкратов Д.О., <u>Шаплов А.С.</u> , Власов П.С., Лозинская Е.И., Малышкина И.А., Wandrey С., Выгодский Я.С. «Полимерные аналоги ионных жидкостей»
СЗ-51	<u>Шевалдышева Д.И.</u> , Евсеева Т.Г., Захаров В.В., Вениаминов А.В., Шевченко Н.Н. «Синтез и свойства гибридных частиц на основе монодисперсных полимерных частиц и полупроводниковых нанокристаллов CdSe/ZnS»
СЗ-52	Стрюцкий А.В., Клименко Н.С., Гуменная М.А., Фоменко А.А., Яковлев Ю.В., <u>Шевченко В.В.</u> «Протонные олигомерные ионные жидкости уретанового типа»

С3-53	<u>Эрдни-Горяев Э.М.</u> , Ямпольский Ю.П., Алентьев А.Ю., Ярославцев А.Б., Сафронова Е.Ю. «Газотранспортные свойства гибридного материала на основе перфторированной сульфокатионитной мембраны МФ-4СК, ионов серебра и ионной жидкости»
С3-54	<u>Якунин А.Н.</u> «Нодальное приближение и метод реконструкции распределения электронной плотности в исследованиях неравновесных супрамолекулярных объемных структур и наноповерхностей»
С3-55	Г.А. Ихтиярова, <u>Ф. Нуриддинова</u> , Д.А. Ахмадова, Ф. Назарова «Получение многофункционального загустителя на основе карбоксиметилкрахмала и синтетических акрилатов для набивки смесевых тканей»

Секция 4 «Растворы и расплавы полимеров, полимерные гели»

Понедельник, 27 января

С4-1	<u>Абрашитова К.А.</u> , Шибяев А.В., Филиппова О.Е., Хохлов А.Р. «Фазовое и реологическое поведение смесей анионного ПАВ с короткоцепочечными катионными со-ПАВ»
С4-2	<u>Амирова А.И.</u> , Титика Т.Ю., Шереметьева Н.А., Музафаров А.М., Филиппов А.П. «Влияние регулярности структуры на свойства сверхразветвленных полимеров»
С4-3	<u>Андрианова Я.В.</u> , Золотухина С.Ю., Хижняк С.Д., Пахомов П.М. «Процесс гелеобразования водного цистеин-серебряного раствора под воздействием электролитов»
С4-4	<u>Березин А.С.</u> , Тужиков О.И. «Изучение переохлажденных растворов целлюлозы»
С4-5	Адамова Л.В., Сафронов А.П., <u>Блохина А.С.</u> «Термодинамика взаимодействия с водой гидрогелей на основе N-изопропилакриламида»
С4-6	<u>Богдашкина Д.В.</u> , Махаева Е.Е. «Взаимодействие мультифункциональных красителей с термочувствительными гидрогелями»
С4-7	<u>Л.А. Вассерман</u> , И.И. Барашкова, В.Г. Васильев, В.С. Папков, С.Н. Салазкин, А.М. Вассерман «Локальная подвижность в водных растворах и гелях полидифениленсульфоталида»
С4-8	<u>Вершинина Ю.С.</u> , Шулевич Ю.В., Францева В.В., Навроцкий А.В., Новаков И.А. «Взаимодействие поли-2-(акриламидо)-2-метил-1-пропан сульфокислоты с противоположно заряженными ПАВ и изучение свойств полученных комплексов»
С4-9	<u>И.М. Грязнова</u> , И.В. Бакеева, В.К. Кулакова, В.И. Лозинский «Влияние добавок низкомолекулярных алифатических спиртов на свойства криогелей поливинилового спирта, сформированных в среде диметилсульфоксида»
С4-10	<u>А.С. Губарев</u> , О.В. Окатова, К. Кнор, U.S. Shubert, Г.М. Павлов «Амфифильные звездообразные щетки на основе блок-сополимеров - молекулярные мицеллы для доставки лекарственных средств. Гидродинамические исследования»
С4-11	<u>Дмитриев И.Ю.</u> , Курындин И.С., Боброва Н.В., Смирнов М.А., Ельяшевич Г.К. «Исследование структуры гидрогелей полиакриламида, сшитых глутаровым альдегидом»

C4-12	<u>М.В. Жирякова</u> , А.А. Новосельцева, В.А. Изумрудов «Изучение комплексов ДНК с гистонами и глобулярными белками методом тушения флуоресценции»
C4-13	<u>О.Е. Заборина</u> , О.И. Лобан, А.Н. Рябев, В.И. Лозинский «Синтез и свойства стимулочувствительных криогелей на основе сополимеров N,N-диметилакриламида»
C4-14	<u>Иовлева М.М.</u> , Бандурян С.И., Мусина Т.К. «Вискозиметрическая константа Хаггинса жёсткоцепных ароматических полиамидов»
C4-15	Гирбасова Н.В., Хатунцев С.В., <u>Каберов Л.И.</u> , Билибин А.Ю. «Ионные комплексы гантелеобразных полиэтиленгликолей с разветвленными фрагментами на основе L-аспарагиновой кислоты»
C4-16	<u>Квятковский А.Л.</u> , Молчанов В.С., Филиппова О.Е. «Полимероподобные мицеллы поверхностно-активного вещества в присутствии разных типов соли»
C4-17	<u>Колесников А.Л.</u> , Ноговицын Е.А., Будков Ю.А. «Термодинамические и структурные свойства водных растворов гликозамингликанов в приближении самосогласованного поля. полугибкая модель полимерной цепи»
C4-18	<u>Колосова О.Ю.</u> , Кондратьева Е.А., Лозинский В.И. «Влияние температуры замораживания на структуру и свойства криогелей ПВС, сформированных в присутствии хаотропных и космотропных агентов»

Вторник, 28 января

C4-19	<u>Колсанова Е.В.</u> , Фомина В.И., Шиповская А.Б. «Влияние добавок полиэтиленоксида на физико-химические свойства растворов хитозана»
C4-20	<u>А.И. Кулебякина</u> , С.Н. Чвалун «Наночастицы хитозана, модифицированного гидрофильными и гидрофобными заместителями»
C4-21	<u>Кульвелис Ю.В.</u> , Лебедев В.Т., Орлова Д.Н., Виноградова Л.В., Меленевская Е.Ю., Насонова К.В., Шаманин В.В. «Структурирование растворов фуллеренсодержащих олигомеров пропиленоксида по данным рассеяния нейтронов»
C4-22	<u>В.Е. Курманова</u> , А.Н. Рябев, В.И. Лозинский «Возможности количественного определения числа узлов пространственной сетки в химически сшитых полимерных криогелях»
C4-23	<u>Куцев П.О.</u> , Папинова А.В., Кузнецов В.А. «Комплексообразование поли-N-винилпирролидона с сульфанолами в разбавленных водных растворах»
C4-24	<u>В.Т.Лебедев</u> , Ю.В.Кульвелис, И.М.Зорин, Т.М. Щербинина, А.Ю.Билибин, А.Б.Мельников «Структура полимеризованных мицелл и явления самоорганизации поверхностно-активных мономеров в растворах: анализ методами рассеяния нейтронов»
C4-25	<u>Е.В. Лебедева</u> , Н.В. Цветков, М.Е. Михайлова, Л.И. Ахмадеева, А.Н. Подсевальникова, А.А. Лезов, И.М. Зорин, Т.М. Щербинина, А.Ю. Билибин «Гидродинамические и оптические свойства поли-2-акриламидо-2-метил-пропансульфонат цетиламмония в растворах»
C4-26	<u>Левитин С.В.</u> , Чупина А.А, Гальбрайт Л.С. «О влиянии молекулярной массы хитозана на реологические свойства растворов его смесей с поливиниловым спиртом»

C4-27	<u>Лезов А.А.</u> , Полушина Г.Е., Губарев А.С., Власов П.С., Лезов А.В. «Молекулярные и конформационные свойства поликарбоксибетаинов, содержащих пиролидиниевые циклы в водных средах»
C4-28	<u>А.А. Лезов</u> , Т.Н. Некрасова, Л.Н. Андреева, М.А. Безрукова, О.В. Назарова, Ю.И. Золотова, Н.В. Цветков, Е.Ф. Панарин «Оптические и гидродинамические свойства растворов наночастиц серебра, стабилизированных сополимерами N,N-диметиламиноэтилметакрилата и 2-деокси-2-метакриламидо-D-глюкозы»
C4-29	<u>В.С. Молчанов</u> , О.Е. Филиппова «Восприимчивость физических сеток модифицированного полимера и "живых" цепей поверхностно-активного вещества»
C4-30	<u>М.А. Николаев</u> , А.Н. Рябев, И.Х. Нагаев, М.И. Штильман, В.И. Лозинский «Радикальная криосополимеризация N-винил-2-пирролидона и N,N'-метиленисакриламида: получение криогелей и исследование их свойств»
C4-31	<u>Николаева О.И.</u> , Усачёва Т.С., Агеева Т.А., Койфман О.И. «Синтез и исследование разбавленных растворов порфиринопolyмеров на основе медного комплекса метилфеофорбида «А»»
C4-32	<u>У.В. Никулова</u> , А.Е.Чалых, А.А. Щербина, Е.В. Черникова «Термодинамика смещения полибутилакрилата с полистиролом»
C4-33	<u>Новоскольцева О.А.</u> , Черникова Е.В., Зансохова М.Ф., Рогачёва В.Б., Зезин А.Б. «Конкурентные взаимодействия в тройных системах: полиакрилат натрия - поли(диаллилдиметиламмоний хлорид) – полиэлектролитный гидрогель»
C4-34	Новаков И.А., Радченко Ф.С., <u>Озерин А.С.</u> , Манойлина О.А. «Изучение закономерностей образования заряженных коллоидных частиц в присутствии водорастворимых полимеров и свойств полимер-коллоидных комплексов на их основе»
C4-35	<u>М.В. Ощепкова</u> , А.С. Ощепков, О.Ю. Колосова, О.Е. Заборина, В.И. Лозинский, Ю.В. Федоров «Получение новых флуоресцентных криогелей на основе N,N-диметилакриламида»
C4-36	<u>Панова Т.В.</u> , Рогачева В.Б., Зезин А.Б. «Взаимодействие нестехиометричных интерполиэлектролитных комплексов с катионными и анионными гидрогелями»

Среда, 29 января

C4-37	<u>Е.А. Подорожко</u> , А.Н. Рябев, И.А. Лунев, Н.Р. Кильдеева, В.И. Лозинский «Наполненные микрочастицами хитозана композитные криогели поливинилового спирта в качестве сорбентов ионов тяжелых металлов»
C4-38	Седелкин В.М., Потехина Л.Н., <u>Олейникова Е.В.</u> , Машкова Д.А. «Реологические и оптические свойства растворов модифицированных диацетатов целлюлозы»
C4-39	<u>Ротинян Т.А.</u> , Славянов В.И., Михайлова М.Е., Цветков Н.В., Рюмцев Е.И. «Влияние амплитуды поля на релаксацию электрического двойного лучепреломления в растворах полибутилизоцианата»
C4-40	<u>Сидоров О.И.</u> , Милёхин Ю.М., Матвеев А.А., Поисова Т.П., Кукина О.С. «Исследование реокинетических закономерностей отверждения крепящего состава на основе уретансодержащего каучука»

C4-41	<u>Симонова М.А.</u> , Симонова А.А., Замышляева О.Г., Филиппов А.П., Семчиков Ю.Д. «Свойства линейно-дендритных блок-сополимеров сверхразветвленного полифениленгермана с линейными полимерами»
C4-42	<u>Сулейменов И.Э.</u> , Седлакова З., Семенякин Н.В. «Гидрофильные интерполимерные ассоциаты на основе поливинилкапролактама и полиакриловой кислоты»
C4-43	<u>Е.В. Суровяткина</u> , G. Jonusauskas, А.А. Щербина, А.Е. Чалых «Сравнительные исследования температурных зависимостей показателя преломления методами рефракции и оптической томографии»
C4-44	<u>Труфакина Л.М.</u> «Структурообразование в смеси водорастворимых полимеров»
C4-45	<u>Хурчак А.П.</u> , Лупоносов Ю.Н., Клеймюк Е.А., Пономаренко С.А., Евлампиева Н.П. «Кремнийсодержащие производные тиюфена звездообразного и дендритного строения: оптические и электрооптические свойства»
C4-46	<u>О.В. Шахно</u> , Е.В. Гринюк, Г.В. Бутовская, Л.П. Круль «Состав комплексных соединений хрома(III) в полиэлектролитных гидрогелях на основе карбоксилированного полиакриламида»
C4-47	<u>Е.Е. Шевелева</u> , В.Г. Пименов, О.В. Вышиванная, И.В. Благодатских, А.М. Сахаров «Дианоформальдегидные золи: получение, структура, свойства»
C4-48	<u>Шигабиева Ю.А.</u> , Богданова С.А., Галяметдинов Ю.Г. «Структура и свойства полимерных гидрогелей с биологически активными добавками»
C4-49	<u>Эльтеков А.Ю.</u> , Буряк А.К. «Возможности ВЭЖХ при исследовании растворов полимеров»
C4-50	<u>Эльтеков А.Ю.</u> , Эльтекова Н.А., Эльтеков Ю.А. «Влияние химической природы растворителя на поведение макромолекул на межфазной границе»
C4-51	<u>Юганова А.В.</u> , Малышкина И.А., Махаева Е.Е. «Диэлектрические свойства термочувствительных полиэлектролитных гидрогелей»
C4-52	Вшивков С.А., Русинова Е.В., Галяс А.Г., <u>Юдин С.Ю.</u> «Релаксационный характер реологического поведения растворов эфиров целлюлозы в магнитном поле»
C4-53	<u>Якиманский А.В.</u> , Бушин С.В., Безрукова М.А., Лезов А.А., Ахмадеева Л.И., Цветков Н.В., Koeckelberghs G., Verbiest T., Persoons A. «Исследование конформации макромолекул поли-3-гексилтиофена в растворе»
C4-54	<u>Л.Б. Якимцова</u> , С.Н. Ларикова, Л.П. Круль «Полиэлектролитные гидрогели на основе сополимеров акриламида и акрилата натрия с триацетатом хрома»

Секция 5 «Теория и моделирование полимерных систем и процессов их получения»

Понедельник, 27 января

C5-1	<u>М.А. Алиев</u> , Н.Ю. Кузьминых, Е.А. Уголкова «Фазовое расслоение в расплавах полидисперсных сополимеров, образованных жесткими и гибкими блоками»
-------------	--

C5-2	Аблеев Р.И., <u>Баранец И.В.</u> , Курлянд С.К. «Методы идентификации структурно-морфологической и фазовой организации в трехкомпонентных полимерных системах»
C5-3	<u>Баруздина О.С.</u> , Максимова О.Г., Петрова Т.О., Настулявичус А.А., Байджанов А.Р. «Метод исследования фазовых переходов в полимерных системах на поверхности металла»
C5-4	Цветков В.Б., <u>Большиков Б.Д.</u> , Сербин А.В. «Квантово-химическое исследование альтернативных путей радикальной циклосополимеризации ("ДВЭМА")»
C5-5	<u>Борисов Г.В.</u> , Ляпков А.А., Бондалетов В.Г. «Моделирование реактора для получения полидициклопентадиена»
C5-6	Е.Б. Жулина, А.Б. Булах, <u>О.В. Борисов</u> «Теория сил взаимодействия плоских и коллоидных полиэлектролитных щеток в бессолевых растворах»
C5-7	<u>Бородин И.П.</u> «Вязкоупругость полугибкой полимерной цепи при переодической силе, растягивающей цепь за концы»
C5-8	Антимонов С.В., Сагитов Р.Ф., <u>Василевская С.П.</u> , М.Г. Барышников «Исследования в области экструдирования многокомпонентных смесей из отходов различных производств»
C5-9	Антимонов С.В., Сагитов Р.Ф., <u>Василевская С.П.</u> , М.Г.Барышников «Определение оптимальной толщины слоя пластического материала в канале пресс-экструдера»
C5-10	<u>А.А. Глаголева</u> , В.В. Василевская, А.Р. Хохлов «Самоорганизация амфифильной макромолекулы в сферической полости»
C5-11	<u>Горбунова И.Ю.</u> , Кербер М.Л, Сопотов Р.И. «Реокинетика отверждения эпоксидных олигомеров, модифицированных термопластами, и свойства отвержденных материалов»
C5-12	Н.Н Барабанова, В.В.Беляев, Д.Л. Богданов, А.Л. Бугримов, <u>А.К. Дадиванян</u> , В.Г. Чигринов «Ориентация нематических жидких кристаллов и красителей относительно поверхности полимеров под действием лазерного излучения»
C5-13	Гагарин М.В., <u>Ермакова И.Н.</u> , Столяров В.П., Назаров В.Г. «Моделирование процесса направленной диффузии жидкости по гетерогенной поверхности модифицированного полиэтилена»
C5-14	<u>Д.В. Журкин</u> , А.Л. Рабинович «Углеводородные цепи как компоненты липидных молекул: структура и свойства (исследование методом Монте-Карло)»
C5-15	<u>Зайцева В.В.</u> , Зайцев С.Ю., Тюрина Т.Г. «Молекулярные комплексы в процессах радикальной сополимеризации виниловых мономеров»
C5-16	<u>Зайцева В.В.</u> , Тюрина Т.Г., Зайцев С.Ю. «Распад молекулярных комплексов пероксида бензоила в смеси мономеров»

Вторник, 28 января

C5-17	<u>Иванов В.А.</u> , Мартемьянова Ю.А., Пауль В. «Компьютерное моделирование одиночной цепи сополимера из гибких и полужестких блоков»
C5-18	<u>Иванова А.Н.</u> , Кучанов С.И., Шагинян Ш.А. Маневич Л.И. «О разделении фаз расплавов мультимодальных полидисперсных сополимеров»

C5-19	<u>А.А. Курганов</u> , <u>Е.Н. Викторова</u> , <u>А.А. Королев</u> , <u>А.Ю. Канатьева</u> «Хроматографическая характеристика конформационных переходов в полимерах сверхвысокой молекулярной массы в потоке жидкости»
C5-20	<u>П.В. Комаров</u> , <u>В.А. Иванов</u> , <u>Y.-T. Chiu</u> , <u>J.-P. Chen</u> «Изучение структуры нанокомпозитов на основе полиакрилонитрила и углеродных нанотрубок. мезоскопическое моделирование»
C5-21	<u>Падохин В.А.</u> , <u>Ганиев Р.Ф.</u> , <u>Кочкина Н.Е.</u> «Моделирование кинетики механодеструкции высокомолекулярных соединений с помощью теории случайных марковских процессов»
C5-22	<u>Лазутин А.А.</u> , <u>Глаголев М.К.</u> , <u>Василевская В.В.</u> «Мультимасштабное моделирование синтеза сверхсшитого полистирола»
C5-23	<u>А.А. Лазутин</u> , <u>В.В. Василевская</u> , <u>Т. Kenmotsu</u> , <u>К. Yoshikawa</u> «Особенности конформационного строения и динамического поведения кольцевых жесткоцепных макромолекул»
C5-24	<u>Д.А. Маркелов</u> , <u>С.Г. Фалькович</u> , <u>И.М. Неелов</u> , <u>А.А. Даринский</u> «Молекулярно-динамическое моделирование лизиновых дендримеров при различных температурах»
C5-25	<u>Е.З. Мейлихов</u> , <u>Р.М. Фарзетдинова</u> «Средне-полевая модель фазового перехода белковой/полимерной макромолекулы, растягиваемой внешней силой»
C5-26	<u>А.К. Мисорин</u> , <u>А.А. Полоцкий</u> , <u>Т.М. Бирштейн</u> «Деформация полимерных щеток, образованных разветвленными макромолекулами»
C5-27	<u>Назарычев В.М.</u> , <u>Ларин С.В.</u> , <u>Гуртовенко А.А.</u> , <u>Люлин С.В.</u> «Механические свойства полимерных материалов на основе полиимида Р-ООД»
C5-28	<u>Настулявичус А.А.</u> , <u>Максимова О.Г.</u> , <u>Баруздина О.С.</u> , <u>Байджанов А.Р.</u> «Моделирование транспорта мономеров к поверхности металлического листа»
C5-29	<u>Б.М. Округин</u> , <u>М.Ю.Ильяш</u> , <u>И.М. Неелов</u> «Моделирование взаимодействия молекул хитина и хитозана в биоресорбируемых композитах»
C5-30	<u>Нестеронок П.В.</u> , <u>Солдатов В.С.</u> «Параметры кислотности полиамфолитов и метод их определения»
C5-31	<u>А.Н. Никитин</u> , <u>R.A. Hutchinson</u> «Особенности радикальной полимеризации акрилатов»
C5-32	<u>А.Н. Никитин</u> , <u>R.A. Hutchinson</u> , <u>M. Buback</u> , <u>P. Hesse</u> «Новый лазерный метод определения константы скорости реакции передачи цепи»
C5-33	<u>А.В. Панкратов</u> , <u>Ю.Т. Панов</u> , <u>О.А. Фридман</u> «Исследование процесса сшивания полиэтилена пероксидами на пластометре брабендера»

Среда, 29 января

C5-34	<u>А.А. Полоцкий</u> «Теоретическое изучение адсорбции гетерополимеров на неоднородных поверхностях с помощью простой модели»
C5-35	<u>Пышнограй Г.В.</u> , <u>Мерзликина Д.А.</u> , <u>Толстых М.Ю.</u> «Мезоскопическая модель в динамике текучих полимерных сред. Вискозиметрические течения на ее основе»
C5-36	<u>Пышнограй Г.В.</u> , <u>Толстых М.Ю.</u> , <u>Кошелев К.Б.</u> «Мезоскопическая модель в динамике текучих полимерных сред. 3D течение в канале с прямоугольным сечением»

C5-37	<u>В.М. Родин</u> , В.А. Ловчиков, Г.А. Емельянов «Определение параметров распределения звеньев сополимеров этилена с перфтораллилловыми эфирами с помощью укрупненной марковской модели»
C5-38	<u>Родионова А.С.</u> , Иванов В.А., Мартемьянова Ю.А. «Фазовая диаграмма растворов жесткоцепных макромолекул в тонком плоском слое: компьютерное моделирование методом Монте-Карло»
C5-39	<u>Сербин А.В.</u> , Цветков В.Б., Большиков Б.Д. «Моделирование и анализ системы водородных связей белкового медиатора вирусной фузии во взаимодействии с полиэлектролитами»
C5-40	<u>О.Е. Сидоренко</u> , А.С.Шестаков, В.О. Кудышкин «Корреляционное уравнение связи между константой передачи цепи и энергией диссоциации α - СН связи для некоторых аллильных соединений»
C5-41	<u>О.Е. Сидоренко</u> , А.С. Шестаков «Компьютерное моделирование фазового разделения в бинарных полимер-полимерных смесях в пакете ОСТА»
C5-42	<u>Солодько В.Н.</u> , Свистков А.Л. «Теоретические основы для построения математической модели полимерного материала»
C5-43	<u>И.А. Стрельников</u> , Н.К. Балабаев, М.А. Мазо, Э.Ф. Олейник «Сравнение результатов моделирования низкотемпературной деформации стеклообразного полиметилена на различных молекулярных моделях»
C5-44	<u>Суханов П.П.</u> , Кимельблат В.И. «Топологически непрерывная шкала оценки степени разветвления и сшивки макромолекул»
C5-45	<u>А.Л. Талис</u> «Симметрии биополимеров, определяемые конструкциями алгебраической геометрии»
C5-46	<u>А.Л. Талис</u> «Симметрии α -спирали и объединений α -спиралей в рамках алгебраической геометрии»
C5-47	<u>Д.А. Толмачев</u> , Н.В. Лукашева «Компьютерное моделирование межфазных взаимодействий в биомедицинских органоминеральных нанокompозитах на основе бактериальной целлюлозы и фосфатов кальция»

Секция 6 «Полимерные материалы: пленки, волокна, смеси и композиты; структура и свойства»

Понедельник, 27 января

C6-1	<u>Абаляева В.В.</u> , Дремова Н.Н., Вершинин Н.Н., Ефимов О.Н. «Новые допанты для полианилина (ПАН), их влияние на морфологию, электрохимические и проводящие свойства полимера»
C6-2	<u>Абдикаримов М.Н.</u> , Тургумбаева Р.Х. «Полимерные композиционные материалы на основе нефтебитуминозных пород Казахстана»
C6-3	<u>Абдрахманова Л.А.</u> , Бурнашев А.И., Низамов Р.К., Хозин В.Г. «Высоконаполненные поливинилхлоридные древесно-полимерные композиты»
C6-4	<u>Э.Ф. Абдрашитов</u> , Д.А. Крицкая, В.Ч. Бокун, А.Н. Пономарев «Термическая полимеризация стирола, сорбированного в пленки поливинилиденфторида при 90°C»
C6-5	<u>Г.С. Абдурашидова</u> , В.Н. Гумирова, С.А. Бедин, М.А. Кувайцева, Н.П. Забалуева «Прочность трековых мембран и композитов, полученных их основе методом шаблонного синтеза»

C6-6	<u>М.М. Кулиев</u> , <u>Р.С. Исмаилова</u> , <u>Алиев Х.С.</u> «Диэлектрическая проницаемость композитов ПЭВП/ TlInS ₂ »
C6-7	Амирова Л.Р., Бурилов А.Р. «Кинетика отверждения эпоксиангидридных композиций в присутствии фосфониевых соединений»
C6-8	<u>Аншин В.С.</u> , <u>Марков А.В.</u> «Гидридсилоксан как стабилизатор и модификатор ПВХ композиций при переработке и эксплуатации»
C6-9	<u>Ардашева Л.П.</u> «Влияние состава фонового электролита на электрохимическую полимеризацию комплекса Ni(II) с азометиновым основанием N ₄ -типа»
C6-10	<u>Аржакова О.В.</u> , <u>Долгова А.А.</u> , <u>Волынский А.Л.</u> , <u>Бакеев Н.Ф.</u> «Влияние предварительной ориентации экструдированных пленок на основе полиэтилена высокой плотности на особенности их деформирования в присутствии физически активных жидких сред»
C6-11	<u>Долгова А.А.</u> , <u>Аржакова О.В.</u> , <u>Зезина Е.А.</u> , <u>Абрамчук С.С.</u> , <u>Зезин А.А.</u> , <u>Волынский А.Л.</u> , <u>Бакеев Н.Ф.</u> «Радиационно-химическое восстановление ионов серебра и формирование наночастиц серебра в полимерных пленках на основе аморфного стеклообразного полиэтилентерефталата»
C6-12	<u>Д.В. Багров</u> , <u>А.Ю. Ярышева</u> , <u>Л.М. Ярышева</u> , <u>И.В. Яминский</u> «Использование атомно-силовой микроскопии для визуализации поверхности полимерных пленок, находящихся в деформированном состоянии»
C6-13	<u>Байджанов А.Р.</u> , <u>Максимова О.Г.</u> , <u>Настулявичус А.А.</u> , <u>Баруздина О.С.</u> «Моделирование процесса антикоррозийной защиты»
C6-14	<u>Баранников М.В.</u> , <u>Базаров Ю.М.</u> , <u>Усачева Т.С.</u> , <u>Баранников В.П.</u> «О взаимосвязи технологии синтеза ПА-6 и некоторых его свойств»
C6-15	<u>Баранцова А.В.</u> , <u>Грищенко В.К.</u> , <u>Бусько Н.А.</u> , <u>Гудзенко Н.А.</u> , <u>Бубнова А.С.</u> , <u>Филипович А.Ю.</u> , <u>Шевченко В.В.</u> «Синтез и исследование функционализированных производных растительных масел и полимеров на их основе»
C6-16	<u>А.А. Баскаков</u> , <u>Ю.В.Костина</u> , <u>Е.В.Черникова</u> , <u>С.М. Кишилов</u> , <u>А.В. Плуталова</u> «Влияние природы сомомера на термическое поведение сополимеров акрилонитрила»
C6-17	<u>Беззаметнов О.Н.</u> , <u>Амирова Л.М.</u> «Ударопрочные древеснонаполненные композиты на основе гомо- и сополимеров пропилена»
C6-18	<u>Н.А. Белов</u> , <u>И. Ткаченко</u> , <u>И.А. Ронова</u> , <u>В. Шевченко</u> , <u>Ю.П. Ямпольский</u> «Синтез и газотранспортные свойства новых фторсодержащих полиариловых эфиров на основе декафторбифенила»
C6-19	<u>С.И. Белоусов</u> , <u>С.Н. Малахов</u> , <u>С.Н. Чвалун</u> «Влияния малых добавок ионных жидкостей и ПАВ при электроформовании волокнистых материалов из расплава полимера»
C6-20	<u>Т.Н.Беляева</u> «Создание полимерного композиционного материала, содержащего 2-(2-пиридил)бензимидазол в качестве ускорителя отверждения»
C6-21	<u>Рабенок Е.В.</u> , <u>Богданова Л.М.</u> , <u>Кузуб Л.И.</u> , <u>Джавадян Э.А.</u> , <u>Новиков Г.Ф.</u> , <u>Помогайло А.Д.</u> «Диэлектрические свойства эпоксидных композитов на основе наночастиц серебра, синтезированных <i>in situ</i> »

C6-22	<u>Бойко Ю.М.</u> , Закревский В.А., Пахотин В.А. «Исследование процесса разрушения аутогезионных соединений между стеклообразными полимерами»
C6-23	<u>М.В. Болотова</u> , Е.А. Данилов, Ю.В. Гаврилов, Т.В. Бухаркина «Особенности суспензионной полимеризации полиакрилонитрила в присутствии модифицированных углеродных нанотрубок»
C6-24	<u>Ботвинова О.А.</u> , Романов С.В., Панов Ю.Т. «Модификация полимерной напыляемой композиции для гидроизоляции и антикоррозионной защиты металлов»
C6-25	<u>Бранцева Т.В.</u> , Бородулина Т.А., Смирнова Н.М., Антонов С.В., Бермешева Е.В. «ЖК-системы как чувствительные к давлению адгезивы»
C6-26	<u>Брюзгин Е.В.</u> , Королев К.А., Климов В.В., Такахаша К., Навроцкий А.В., Нишиде Х., Новаков И.А. «Привитые функциональные полимеры на поверхности алюминия и ИТО для управления электрохимическими и лиофильными свойствами»
C6-27	<u>Н.А. Булычев</u> , Е.Б. Малюкова, В.Н. Фомин «Температурно-контролируемая модификация межфазной поверхности в дисперсных системах термочувствительными полимерами под действием ультразвука»
C6-28	Е.Б. Малюкова, В.Н. Фомин, О.А. Голикова, <u>Н.А. Булычев</u> , В.М. Горчакова «Получение нетканых фильтровально-сорбционных материалов с использованием волнового воздействия»
C6-29	<u>А.Н. Варнавский</u> , М. Ю. Яблокова, А.В. Кепман «Влияние химической структуры отвердителя на морфологию и свойства отвержденных эпоксидных матриц, содержащих полиэфиримид»
C6-30	<u>А.Н. Варнавский</u> , Н.Н. Кобина, М. Ю. Яблокова, А.В. Кепман «Влияние химической структуры полиэфиримида на свойства отвержденных эпоксидных матриц»
C6-31	<u>Варюхин В.В.</u> , Розов Р.М., Устинова Т.П., Александров В.А., Пенкина Н.А. «Исследование структуры и свойств модифицированного катионообменного композиционного материала»
C6-32	<u>Визвои А.</u> , Халиков Д.Х. «Композиции на основе суспензионного и эмульсионного поливинилхлоридов»
C6-33	<u>Власова Н.П.</u> , Кузнецова А.В., Индейкин Е.А. «Влияние типа сшивающего агента на отверждение полиэфирных композиций»
C6-34	<u>Волков И.В.</u> , Кимельблат В.И. «Контроль термомеханодеструкции экструзионных марок полиэтилена разных поколений»
C6-35	<u>Волошинец В.А.</u> , Шепинько А.И., Якимечко Я.Б. «Композиции поливинилового спирта с гидратной известью»
C6-36	А.Ф. Пономарев, <u>А.Ю. Воробьев</u> , А.Н. Лачинов «Возможности исследования полимерных материалов методом измерения вольт-амперных характеристик в термодинамически неравновесных условиях»
C6-37	<u>Н.А. Воронова</u> , С.В. Резниченко, В.К. Гореленков «Особенности материалов для средств индивидуальной защиты»
C6-38	Н.А. Самойлова, М.А. Краюхина, О.В. <u>Вышиванная</u> , И.В. Благодатских «Сополимеры малеиновой кислоты как стабилизаторы наночастиц серебра: изучение растворов и золь методом светорассеяния»

C6-39	<u>Галкина Н.В.</u> , Каримова Г.Р., Бакирова И.Н. «Полиуретановое лакокрасочное покрытие»
C6-40	<u>Гарехбаш Н.</u> , Халиков Д.Х. «Нанокompозиты на основе наполненного полипропилена»
C6-41	<u>Гатауллин А.Р.</u> , Богданова С.А., Закиров И.М., Галяметдинов Ю.Г. «Модификация полимерных бумаг углеродными нанотрубками»
C6-42	<u>Георгиу И.Ф.</u> ¹ , Баранов А.Н. «Наностержни оксида цинка на подложке из трековой мембраны полиэтилентерефталата»
C6-43	<u>Герасименко С.А.</u> «Исследование формуемости, усадки и коробления термопластов и их смесей, перерабатываемых по экструзионно-прессовой технологии»
C6-44	<u>Гильман А.Б.</u> , Яблоков М.Ю., Кузнецов А.А. «Модифицирование углеродных нанотрубок в низкотемпературной плазме»
C6-45	<u>Глаголева А.А.</u> , Смирнов В.Ф., Мочалова А.Е., Кряжев Д.В., Смирнова Л.А., Смирнова О.Н. «Действие физических факторов на способность к биоразложению микроскопическими грибами полимерной композиции на основе поливинилхлорида и крахмала»
C6-46	<u>Голотина Л.А.</u> , Шардаков И.Н. «Результаты экспериментально-теоретического исследования деформационных свойств аморфно-кристаллических полимеров на примере ПА 6»

Вторник, 28 января

C6-47	<u>Глебова Ю.А.</u> , Баранов В.Н., Шершнева В.А., Резниченко С.В., Пыжонкова В.В. «Исследование механизма серной вулканизации углеводородных эластомеров в присутствии нового активатора шунгита»
C6-48	<u>Глебова Ю.А.</u> , Попова А.П., Шершнева В.А., Резниченко С.В., Пыжонкова В.В. «Исследование роли органических солей как вспомогательных ингредиентов для повышения активности шунгита при серной вулканизации ЭПДК»
C6-49	Лебедева Т.Н., Ильясова А.Н., <u>Голованов Р.Ю.</u> , Антипа Л.А., Макаров И.И., Почивалов К.В., Мизеровский Л.Н. «Плавление и кристаллизация азиометилкетановых сополимеров»
C6-50	Чурсова Л.В., Бабин А.Н., Соколов И.И., Ким М.А., <u>Гребенева Т.А.</u> , Гуревич Я.М., Панина Н.Н., Ткачук А.И. «Эпоксидные связующие для полимерных композиционных материалов, применяемых в строительной индустрии»
C6-51	<u>Грищенко В.</u> , Бусько Н., Баранцова А., Мышак В., Зануага М., Танаса Ф. Свойства новых вторичных полиамид-полиэтиленовых смесей в присутствии компатибилизаторов
C6-52	<u>В.В. Грушина</u> , Г.Ю. Остаева, А.И. Паписова «Формирование наночастиц меди в растворах полиэтиленоксида и смешанных растворах полиэтиленоксида и поливинилпирролидона»
C6-53	<u>Г.Н. Губанова</u> , С.В. Кононова, М. Кристи, Э.Н. Корыткова, К.А. Ромашкова, А.Я. Волков, Т.Е. Суханова, Д. Тимпу «Влияние гидросиликатных наночастиц различной морфологии на термические свойства и структурно-морфологические характеристики полиамидоимидов»

C6-54	<u>Гусева М.А.</u> , Герасин В.А., Гаришин О.К., Шадрин В.В., Плехов О.А. «Тепловые эффекты пластической деформации ПЭ»
C6-55	<u>Гуцал А.В.</u> , Фоменкова К.П., Тихомирова И.Н., Туренко С.В., Лемпорт П.С. «Направленное улучшение некоторых свойств каучука СКИ-НД посредством постполимеризационной модификации»
C6-56	<u>Ю.М. Данченко</u> , Е.С. Барабаш ««Зеленая» химия создания эпоксиаминных полимерных композиций для строительства»
C6-57	<u>Салимгареева Д.С.</u> , Габитов И.Т., Ахметханов Р.М., Черезова Е.Н., Мукменева Н.А. «Изучение антиокислительной активности новых фенольных стабилизаторов при деструкции поливинилхлорида»
C6-58	<u>С.А.Донецкая</u> , С.Н.Салазкин, Л.Н.Мачуленко, Т.Е. Петрушина, А.И.Нечаев «Синтез и свойства фенолформальдегидных фталид- и фталимидинсодержащих соолигомеров новолачного типа и сшитых сополимеров на их основе»
C6-59	<u>Егоров Д.И.</u> , Чигорина Т.М. «Новые коррозионно-пассивные материалы на основе ненасыщенных кремнийорганических мономеров»
C6-60	<u>Ездакова К.В.</u> , Копица Г.П., Хрипунов А.К., Бугров А.Н., Некрасова Т.Н., Смыслов Р.Ю., Angelov B., Pipich V. «Люминесцентные композиты на основе целлюлозы <i>Gluconacetobacter xylinus</i> »
C6-61	<u>Елисеева О.В.</u> , Дышин А.А., Бондаренко Г.В., Киселев М.Г. «Получение композита на основе полиметилметакрилата и одностенных углеродных нанотрубок»
C6-62	<u>А.Е. Елисеева</u> , Г.Ю. Остаева, Е.А. Литманович, И.М. Паписов «Взаимодействие наночастиц меди с комплексами полиакриловой кислоты и полиэтиленгликольмонолаурата»
C6-63	<u>Емельянов А.И.</u> , Поздняков А.С., Зезин А.А., Зезина Е.А., Прозорова Г.Ф. «Радиационно-химическое получение металлических наночастиц в интерполимерных комплексах поли-1-винил-1,2,4-триазол–полиакриловая кислота»
C6-64	<u>Жиженков В.В.</u> , Квачадзе Н.Г., Горшкова И.А. «Молекулярная динамика и формирование упорядоченных структур в ориентированных полимерах»
C6-65	<u>Р.Г. Житов</u> , В.Н. Кижняев, В.В. Алексеенко «Полимеризация виниловых мономеров в среде нефтяного битума»
C6-66	<u>Завгороднев Ю.В.</u> , Прохоров К.А., Николаева Г.Ю., Сагитова Е.А., Пашинин П.П., Новокшенова Л.А., Ушакова Т.М., Старчак Е.Е. «Анализ конформационного состава реакторных смесей сверхвысокомолекулярного полиэтилена и статистических сополимеров этилен/гексен-1 методом спектроскопии комбинационного рассеяния»
C6-67	Прохоров К.А., <u>Завгороднев Ю.В.</u> , Николаева Г.Ю., Сагитова Е.А., Пашинин П.П., Гордеев С.А., Чвалун С.Н., Оптов В.А. «Исследование структуры и механизма деформации сверхвысокомолекулярного полиэтилена методом спектроскопии комбинационного рассеяния света»
C6-68	<u>Задеренко Т.В.</u> , Юловская В.Д., Серенко О.А. «Влияние степени сшивания каучука на структуру и свойства динамических термоэластопластов на основе ПЭ и СКЭПТ»
C6-69	Рябов С.А., Булгакова С.А., Киселев М.Б., <u>Зайцев С.Д.</u> «Материал дорожной разметки на основе наномодифицированного полиуретана»

C6-70	<u>Зайцев С.Ю.</u> , Соловьева Д.О., Царькова М.С. «Метод Брюстеровского углового рассеяния для изучения хемосенсорных полимерных ультратонких пленок»
C6-71	<u>Захарченко А.С.</u> , Козлова О.В. «Использование отечественных акриловых и полиуретановых полимеров в отделке текстиля»
C6-72	<u>Зезин С.Б.</u> , Новоскольцева О.А., Рогачёва В.Б., Зезин А.Б. «Структура и самоорганизация комплексов амфолитный дендример – ПАВ»
C6-73	<u>Д.А. Иванов</u> , Rosenthal M., Rueda J.J.H., M. Burghammer «Изучение механизмов образования спиралевидных полимерных кристаллов с помощью нанофокусной синхротронной рентгеновской дифракции»
C6-74	<u>Иванова О.П.</u> , Криничная Е.П., Завьялов С.А., Журавлева Т.С. «Влияние концентрации пленок ППК+PbS на их электрофизические свойства»
C6-75	<u>Истомин А.В.</u> , Дружинина Т.В. «Повышение огнезащитных свойств волокнистой композиции <i>m,n</i> -арамид-окисленный полиакрилонитрил»
C6-76	<u>А.Ю. Канатьева</u> , А.А. Королев, В.Е. Ширяева, Т.П. Попова, А.А. Курганов «Закономерности изменения кинетической и потенциальной эффективности монолитных полимерных сорбентов на основе дивинилбензола в газовой хроматографии высокого давления»
C6-77	<u>Каргов С.И.</u> , Титова О.И., Карпюк Е.А., Трофимова Н.Н., Словохотов Ю.Л., Иванов В.А., Зубавичус Я.В. «Локальное окружение двухзарядных катионов в полиакрилатных матрицах по данным EXAFS спектроскопии и квантовохимического моделирования»
C6-78	<u>О.В. Карманова</u> , С.Г. Тихомиров, О.В. Пойменова, Л.В. Попова «Новые композиционные активаторы вулканизации каучуков»
C6-79	<u>Карпюк Е.А.</u> , Титова О.И., Иванов В.А., Пастухов А.В., Даванков В.А., Каргов С.И. «Температурный гистерезис набухания полиметакриловых и полиакриловых гелей в форме поливалентных металлов»
C6-80	<u>Каштанов Е.А.</u> , Урьяш В.Ф., Кокурина Н.Ю., Ларина В.Н., Мосеева Е.М. «Термодинамика и физико-химический анализ хитина и хитозана»
C6-81	<u>Н.Г. Квачадзе</u> , Э.Е. Томашевский «Механические деформации и разрушение срединных макрорадикалов»
C6-82	<u>Клименко И.В.</u> , Журавлева Т.С., Завьялов С.А. «Проводимость пленок поли- <i>n</i> -ксилилена с наночастицами железа в магнитном поле»
C6-83	<u>Кожевникова И.В.</u> , Сафиуллина Т.Р., Зенитова Л.А. «Вторичное использование минеральных оксидов в производстве лакокрасочных материалов и литевых полиуретанов»
C6-84	Беляев А.Ю., <u>Комар Л.А.</u> , Мерзляков А.Ф., Морозов И.А., Мохирева К.А., Ужегова Н.И., Шадрин В.В. «Комплексное исследование структуры и механических свойств наполненных вулканизатов»
C6-85	<u>Комар Л.А.</u> , Кондюрин А.В., Свистков А.Л. «Кинетика формирования молекулярно-массового распределения эпоксидного композита»
C6-86	Коптелов И.А., <u>Коптелов А.А.</u> «Термическое разложение полимеров: модель случайных разрывов»
C6-87	Баранец Ю.Н., <u>Коптелов А.А.</u> , Кузьмичев А.К. «Расчет теплопроводности наполненных полимеров»

C6-88	<u>Корниенко П.В.</u> , <u>Хохлова Т.А.</u> , <u>Горелов Ю.П.</u> , <u>Ширшин К.В.</u> «Особенности получения термостойких пеноматериалов на основе (мет)акриловых сополимеров»
C6-89	<u>Коровин А.Н.</u> , <u>Рытенков Н.Н.</u> «Получение волокон полианилина методом электроформования»
C6-90	<u>Розенцвет В.А.</u> , <u>Коровина Н.А.</u> «Новый взгляд на структуру поли-1,3-диенов, синтезированных методом катионной полимеризации»
C6-91	<u>Корохин Р.А.</u> , <u>Солодилов В.И.</u> , <u>Шапагин А.В.</u> , <u>Горбаткина Ю.А.</u> «Эпоксиполиэфиримидные композиции с повышенными трещиностойкостью и прочностью при ударе»

Среда, 29 января

C6-92	<u>Корчина Л.В.</u> , <u>Зубова Н.Г.</u> , <u>Устинова Т.П.</u> «Исследование физико-химических особенностей получения эпоксидного композита на основе модифицированного ПАН-жгутика»
C6-93	<u>Котова Д.С.</u> , <u>Захарова Н.А.</u> , <u>Индейкин Е.А.</u> «Влияние матирования эпоксидно-полиэфирных композиций на реологические свойства их расплавов»
C6-94	<u>Ю.А. Кабачий</u> , <u>С.Ю. Кочев</u> , <u>Н.Д. Лененко</u> , <u>А.С. Голубь</u> , <u>М.И. Бузин</u> , <u>Н.М. Чистовалова</u> «Полимер-неорганические композиты монослоевого дисульфида молибдена и наночастиц оксида железа и сульфида кадмия»
C6-95	<u>Кочкина Н.Е.</u> , <u>Скобелева О.А.</u> , <u>Падохин В.А.</u> «Исследование сорбции красителя кислотного алого нанокompозитами на основе катионного крахмала и монтмориллонита из водной среды»
C6-96	<u>Кочкина Н.В.</u> , <u>Курбатов В.Г.</u> , <u>Индейкин Е.А.</u> «Синтез и исследование свойств гибридных водно-дисперсионных материалов»
C6-97	<u>И.Е. Кузнецова</u> , <u>Б.Д. Зайцев</u> , <u>А.М. Шихабудинов</u> , <u>И.А. Бородина</u> , <u>В.В. Колесов</u> , <u>Г.В. Степанов</u> , <u>Е.Ю. Крамаренко</u> «Влияние внешнего магнитного поля на акустические свойства магнитных эластомеров»
C6-98	<u>Ю.М.Кривогуз</u> «Получение и свойства функционализированных смесей полипропилена со стирольными блок-сополимерами»
C6-99	<u>Крючкова С.В.</u> , <u>Яблокова М.Ю.</u> , <u>Гасанова Л.Г.</u> «Влияние условий формования на структуру и свойства пленочных образцов на основе полиимидов различной структуры»
C6-100	<u>Кувайцева М.А.</u> , <u>Иванов О.М.</u> , <u>Лизунов Н.Е.</u> , <u>Апель П.Ю.</u> «Микро - и наноструктурированные полимеры со сверхгидрофобными свойствами»
C6-101	<u>Кудинова О.И.</u> , <u>Новокшопова Л.А.</u> , <u>Гринев В.Г.</u> , <u>Крашенинников В.Г.</u> , <u>Нежный П.А.</u> , <u>Рывкина Н.Г.</u> , <u>Чмутин И.А.</u> , <u>Березкина Н.Г.</u> «Влияние дисперсного состава алюминия на теплопроводящие и диэлектрические свойства металл-полимерных композиционных материалов»
C6-102	<u>Кудинова О.И.</u> , <u>Крашенинников В.Г.</u> , <u>Самойленко А.А.</u> , <u>Ладыгина Т.А.</u> , <u>Новокшопова Л.А.</u> , <u>Петров Э.С.</u> , <u>Рыбакова Л.Ф.</u> «Синтез изотактического полибутена-1 на титанмагниевого катализаторах и полидентатных оксидах фосфинов в качестве внешних электронодоноров»
C6-103	<u>Кузнецова О.А.</u> , <u>Новикова Е.В.</u> , <u>Вольфсон С.И.</u> , <u>Охотина Н.А.</u> «Влияние структуры бутадиен-стирольных каучуков на упруго-гистерезисные свойства протекторных резин»
C6-104	<u>Куликова М.Ю.</u> , <u>Сафронов С.А.</u> , <u>Гайдадин А.Н.</u> , <u>Навроцкий В.А.</u>

	«Структурные особенности термопластичных вулканизатов на основе хлорсульфированного полиэтилена и полиэтилена высокого давления»
C6-105	<u>Курбатов В.Г.</u> , <u>Индейкин Е.А.</u> «Исследование свойств эпоксидных композиций и материалов, модифицированных эмеральдиновой и пернигранилиновой формами полианилина»
C6-106	<u>Курбатова Ю.В.</u> , <u>Резниченко Д.С.</u> «Современные требования к эластомерным материалам для средств индивидуальной защиты органов дыхания»
C6-107	<u>Кухта Т.Н.</u> «Долговечность полимерного покрытия из порошковых полиэфирных красок»
C6-108	<u>Лаврентьев В.К.</u> , <u>Курындин И.С.</u> , <u>Романов Д.П.</u> , <u>Хрипунов А.К.</u> , <u>Суханова Т.Е.</u> «Пористая структура биокмполитов на основе бактериальной целлюлозы и кальций фосфатов»
C6-109	<u>В.Т.Лебедев</u> , <u>Ю.В.Кульвелис</u> , <u>Д.Н.Орлова</u> , <u>Е.Л.Краснопеева</u> , <u>Г.А.Полоцкая</u> , <u>Л.В.Виноградова</u> «Нейтронные исследования структуры мембран из полифениленоксида, модифицированного фуллеренсодержащими звездообразными гибридными полимерами»
C6-110	<u>Лотонов А.М.</u> «Температурная динамика релаксационных процессов в сегнетоэлектрических плёнках Ленгмюра-Блоджетт сополимера винилиденфторида с трифторэтиленом»
C6-111	<u>Гаврилова Н.Д.</u> , <u>Лотонов А.М.</u> , <u>Новик В.К.</u> , <u>Воробьев А.В.</u> «Низкочастотная линейная дисперсия как результат немарковской релаксации»
C6-112	<u>А.В. Пастухов</u> , <u>В.А. Даванков</u> , <u>В.С. Солдатов</u> , <u>Е.Г. Косандрович</u> , <u>К.И. Лубенцова</u> , <u>А.О. Лешкевич</u> «Композитные сорбенты на основе сверхсшитых полистиролов и стирол-дивинилбензольных анионитов с нанодисперсными оксидами железа и сорбция токсичных соединений»
C6-113	<u>Луканина Ю.К.</u> , <u>Колесникова Н.Н.</u> , <u>Хватов А.В.</u> «Роль скорости кристаллизации в формировании надмолекулярных структур в полипропилене и малеинизированном полипропилене»
C6-114	<u>Магеррамов А.М.</u> , <u>Кулиев М.М.</u> , <u>Исмаилова Р.С.</u> «Электрофизические свойства гамма-облученных композитов ПП - CdS/ZnS»
C6-115	<u>Малов В.В.</u> , <u>Казанский А.Г.</u> , <u>Тамеев А.Р.</u> , <u>Хенкин М.В.</u> «Спектральная зависимость коэффициента поглощения в органических соединениях с объемным гетеропереходом»
C6-116	<u>Марков В.А.</u> , <u>Кандырин Л.Б.</u> , <u>Марков А.В.</u> «Электропроводящие композиционные материалы на основе смесей несовместимых полимеров»
C6-117	<u>Марков В.А.</u> , <u>Кандырин Л.Б.</u> , <u>Марков А.В.</u> «Модифицированные электропроводящие композиты на основе полиэтилена с техническим углеродом»
C6-118	<u>Масталыгина Е.Е.</u> , <u>Колесникова Н.Н.</u> , <u>Попов А.А.</u> «Особенности кристаллизации компонентов смеси изотактический полипропилен – полиэтилен низкой плотности»
C6-119	<u>А.С. Медведева</u> , <u>А.А. Несмелов</u> «Начальные стадии роста поли-п-ксилиленового покрытия»

C6-120	<u>Д.И. Менделеев</u> , Е.М. Харькова, В.А. Аулов, А.А. Пирязев, А. Е. Антипов «Получение и свойства высокомолекулярных наполненных волокон на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена и силикатов»
C6-121	<u>Мещерякова Г.П.</u> , Степанова А.Б. «Изменение механических свойств параарамидных нитей при действии ионизирующего излучения»
C6-122	<u>Милославская В.В.</u> , Потемина Е.Б., Индейкин Е.А. «Влияние времени выдержки водных дисперсий гидроксилсодержащих полиакрилатов на смачивающую способность поверхности полипропилена»
C6-123	<u>Минигалиев Т.Б.</u> , Дорожкин В.П., Мухтаров А.Р. «Влияние газовой среды на термодеструкцию диеновых каучуков»
C6-124	Грибкова О.Л., <u>Митина Н.Е.</u> , Некрасов А.А., Иванов В.Ф., Тверской В.А., Ванников А.В. «Получение поли-3,4-этилендиокситиофена в присутствии полисульфокислот различного строения»
C6-125	<u>Н.А.Михайлова</u> , Г.И. Носова, А.В. Якиманский, Г.М. Павлов «Двойное лучепреломление в пленках трифениламинсодержащего полигетероарилена и организация его макромолекул в приповерхностных слоях»
C6-126	<u>Мозгалёв В.В.</u> , Вишневский К.В. «Применение метода динамического индентирования для исследования резин с высокодисперсными углеродными добавками»
C6-127	<u>Морозов И.А.</u> , Комар Л.А. «Структурно-механическая модель эластомерного композита с учетом кластерного расположения включений и межфазных взаимодействий»
C6-128	<u>К.А. Мохирева</u> , А.Л. Свистков, В.В. Шадрин «Исследование поведения резин при нестандартных экспериментах на двухосной машине фирмы Zwick»
C6-129	Светличный В.М., Юдин В.Е., <u>Мягкова Л.А.</u> , Попова Е.Н., Сапрыкина Н.Н., Гофман И.В., Матюшина Н.В., Татаринова Е.А. «Гибридные связующие для углепластиков на основе гетероциклических и кремнийсодержащих полимеров»
C6-130	<u>Нестерова Е.Ю.</u> , Шароватова Т.В, Саламаха И.В. «Ферроценсодержащий катализатор - пластификатор реакционноспособных каучук – эпоксидных композиций»
C6-131	<u>Никошвили Л.Ж.</u> , Макарова А.С., Любимова Н.А., Матвеева В.Г., Сульман Э.М. «Синтез и исследование каталитических свойств наночастиц палладия, импрегнированных в матрицу сверхсшитого полистирола»
C6-132	Н.С. Китаева, Ю.М. Ширякина, <u>А.А. Новикова</u> , С.А. Пономаренко, А.А. Шимкин «Исследование свойств нового кремнийорганического связующего марки ВСКО-27»
C6-133	<u>Нурахметова Ж.А.</u> , Татыханова Г.С., Кудайбергенов С.Е. Синтез и свойства наночастиц серебра, стабилизированных поли-N-винилпирролидоном и β -циклодекстрином»
C6-134	<u>Ж.А. Нурпеисова</u> , Р.А. Мангазбаева, Е.М. Шайхутдинов, Д.Т. Касимова «Изучение физико-химических свойств привитых сополимеров на основе метилцеллюлозы»

C6-135	<u>Озкан С.Ж.</u> , Карпачева Г.П., Чернавский П.А., Дзидзигури Э.Л., Бондаренко Г.Н. «Гибридные магнитные материалы на основе полидифениламина и наночастиц кобальта»
C6-136	<u>Окулов К.В.</u> , Панов Ю.Т., Тарасов А.В. «Получение микрофльтрационной мембраны на основе полиамида 6, имеющего преимущественно линейное строение»

Четверг, 30 января

C6-137	<u>Олейник Э.Ф.</u> , Руднев С.Н., Саламатина О.Б., Салазкин С.Н., Шапошникова В.В. «Накопление энергии и механизм пластической деформации стеклообразного полиариленэфиркетона»
C6-138	<u>О.Д. Омельченко</u> , О.Л. Грибова, А.А. Некрасов, А.Р. Тамеев, А.А. Хазеева, О.Ю. Посудиевский, В.Ф. Иванов, А.В. Ванников «Нанокмозиты, содержащие графен в матрице интерполимерных комплексов полианилина с полисульфокислотами»
C6-139	<u>Остаева Г.Ю.</u> , Паписова А.И., Петрова Л.Г., Александров В.А., Приходько В.М., Паписов И.М. «Формирование наночастиц меди восстановлением ионов двухвалентной меди на поверхности стали в полимерных растворах»
C6-140	<u>Ощепкова М.В.</u> , Шепель Н.Э., Колосова О.Ю., Федорова О.А., Ю.В. Федоров «Получение нового оптического сенсорного композиционного материала на основе пластифицированного поливинилхлорида»
C6-141	<u>Панова И.Г.</u> , Спиридонов В.В., Зезин С.Б. «Нанокмозиционные материалы на основе колончатых форм циклодекстринов»
C6-142	<u>Парахин И.В.</u> «Фенольно-каучуковый пенопласт пониженной горючести»
C6-143	<u>Пасерб М.А.</u> , Рахматуллина К.Ф., Бакирова И.Н. «Влияние растворителей на свойства полиуретановых покрытий на основе сложных ароматических олигоэфирдиолов»
C6-144	В.В. Шевченко, <u>С.С. Песецкий</u> «Влияние удлинителей цепи на структуру и свойства ПБТ, его сополимеров и смесей с полиэфирными термоэластопластами»
C6-145	В.В. Дубровский, В.Н. Коваль, С.П. Богданович, <u>С.С. Песецкий</u> «Анализ структуры и свойств полиэтилентерефталата наполненного короткими стекловолокнами»
C6-146	<u>И.М.Петрова</u> , Т.В.Стрелкова, Н.Н.Макарова «Исследование влияния стереоизомеров тетракис(гидрокси)фенилциклотетрасилоксанов в реакции поликонденсации на структуру циклолинейных полифенилсилсесквиоксанов»
C6-147	Редина Л.В., Колоколкина Н.В., <u>Петрова А.В.</u> , Штоппель Е.В. «Получение фторсодержащих нановолокнистых материалов»
C6-148	<u>Е.С. Пикуцкая</u> , А.В. Бильдюкевич «Влияние добавок солей на модификацию половолоконных мембран методом межфазной поликонденсации»
C6-149	<u>Платонов М.М.</u> , Бейдер Э.Я. «Пенополиметакрилимидный наполнитель для трехслойных панелей авиационного назначения»

C6-150	<u>Плиско Т.В.</u> , Бильдюкевич А.В. «Структура и свойства полисульфоновых капиллярных мембран, модифицированных многостенными углеродными нанотрубками»
C6-151	<u>Поздняков А.С.</u> , Емельянов А.И., Коржова С.А., Кузнецова Н.П., Ермакова Т.Г., Прозорова Г.Ф. «Функциональные сополимеры 1-винил-1,2,4-триазола и металлсодержащие нанокompозиты на их основе»
C6-152	<u>Полдушов М.А.</u> , Полянин А.В., Мирошников Ю.П. «Некоторые закономерности формирования фазовой морфологии в тройных смесях эластомеров»
C6-153	<u>Полоник В.Д.</u> , Прокопчук Н.Р., Шашок Ж.С. «Модификация свойств вулканизатов эластомерных композиций фторорганическими соединениями»
C6-154	<u>Полянская В.В.</u> , Москвина М.А., Волинский А.Л., Бакеев Н.Ф. «Структурно-морфологические особенности гибридных полимерных нанокompозиций с диоксидом титана и оксидом цинка»
C6-155	<u>Помогайло Д.А.</u> , Джардималиева Г.И., Помогайло С.И., Кыдралиева К.А. «Сенсорные свойства оксидных и сульфидных наночастиц металлов, стабилизированных полимерной матрицей»
C6-157	<u>Пономаренко А.Т.</u> , Шевченко В.Г. «Многофункциональные полимерные композитные волокна: интенсивный метод получения и свойства»
C6-158	Потехина Л.Н., Седелкин В.М., <u>Машкова Д.А.</u> , Олейникова Е.В. «Структура и свойства диацетатцеллюлозных полупроницаемых мембран с твердым наполнителем на основе термообработанных отходов обмолота проса»
C6-159	<u>Почивалов К.В.</u> , Мизеровский Л.Н. «Об особенностях диаграмм состояния систем жидкость - кристаллическое вещество и жидкость - частично кристаллический полимер»
C6-160	<u>Э.Г.Привалко</u> , В.В.Трачевский «Полихлоропреновые композиты с улучшенными эксплуатационными характеристиками»
C6-161	Сагитова Е.А., <u>Прохоров К.А.</u> , Николаева Г.Ю., Пашинин П.П., В.А. Герасин, М.А. Гусева, Р. Donfack, A. Maternu «Изменение структуры полиэтилена и нанокompозитов полиэтилен/глина при нагревании. Данные спектроскопии комбинационного рассеяния света»
C6-162	Кубарьков А.В., <u>Пышкина О.А.</u> , Сергеев В.Г. «Мембранный материал на основе полианилина со смешанной электронно-ионной проводимостью»
C6-163	<u>Рахметуллаева Р.К.</u> , Багитова Ж.К., Ю В.К., Мухаметканова А.М., Мун Г.А. «Новые термочувствительные сополимеры катионного типа на основе N-изопропилакриамида и N-(2-винилоксиэтил), N-(2-цианоэтил)амина»
C6-164	<u>Багитова Ж.К.</u> , <u>Рахметуллаева Р.К.</u> , Накан У., Мун Г.А., Шайхутдинов Е.М. «Поликомплексы на основе сополимеров N-изопропилакриламида и полиакриловой кислоты»
C6-165	Рожкова Е.И., Прокопчук Н.Р., Горщарик Н.Д., Ключев А.Ю., Козлов Н.Г. «Исследование физико-механических и эксплуатационных свойств модельных составов с использованием модифицированных канифолей»
C6-166	И.А. Ронова, S. Chisca, I. Sava, M. Bruma, А.Ю. Николаев, О.В. Сеницина, Н.Г. Рывкина «Понижение диэлектрической проницаемости полиимидов при набухании в сверхкритическом диоксиде углерода»

C6-167	<u>Рощупкин В.П.</u> , <u>Березин М.П.</u> «Термодинамика трехмерной полимеризации диметакрилатов: связь со структурой и свойствами образующихся полимеров»
C6-168	<u>Высоцкая М.А.</u> , <u>Русина С.Ю.</u> «Влияние наноразмерных объектов на структуру асфальтенов в битумах»
C6-169	<u>Саломатина Е.В.</u> , <u>Смирнова Л.А.</u> , <u>Дроздов М.Н.</u> , <u>Гуленова М.В.</u> , <u>Маркин А.В.</u> «Новые композиционные материалы на основе полититаноксида и гидроксиэтилметакрилата, содержащие наночастицы Au и Ag»
C6-170	<u>Северин А.В.</u> , <u>Баклагина Ю.Г.</u> , <u>Хрипунов А.К.</u> , <u>Романов Д.П.</u> «Создание текстурно-морфологического многообразия органо-минеральных композитов наногидроксиапатита и бактериальной целлюлозы <i>Gluconacetobacter xylinus</i> »
C6-171	<u>Серова В.Н.</u> , <u>Тюфтин А.А.</u> , <u>Верижников М.Л.</u> «Сравнительные эксплуатационные свойства полимерных многослойных и однослойных упаковочных пленок»
C6-172	<u>Сидоренко Н.В.</u> , <u>Гусев Д.О.</u> , <u>Стяжина Т.А.</u> , <u>Пирязев А.В.</u> , <u>Новаков И.А.</u> «Растворные композиции полимер-эпоксид и материалы на их основе, получаемые в условиях фотохимического инициирования»
C6-173	<u>Сидоров С.В.</u> «Полимерные волокна и нити с цилиндрической анизотропией»
C6-174	<u>В.В. Соколов</u> , <u>С.А. Гусев</u> , <u>Г.В. Лункина</u> , <u>И.В. Аксенова</u> «Особенности смачивания арамидного волокна Русар-С эпоксидным связующим»
C6-175	<u>Соломатин Д.В.</u> , <u>Кузнецова О.П.</u> , <u>Прут Э.В.</u> «Реологическое поведение термопластичных эластомеров, содержащих резиновые порошки»
C6-176	<u>Моргунов Г.К.</u> , <u>Сонина А.Н.</u> , <u>Волков В.А.</u> , <u>Вихорева Г.А.</u> «Влияние ПАВ на поверхностные и объемные свойства уксуснокислотных растворов хитозана»
C6-177	<u>Новаков И. А.</u> , <u>Орлинсон Б. С.</u> , <u>Брунилин Р. В.</u> , <u>Сорокина Е. В.</u> «Новые сополиимиды на основе пиромеллитового диангидрида, 4,4'-диаминодифенилового эфира и [2-(аминоалкил)бицикло[2.2.1]-гепт-3-ил]анилинов»
C6-178	<u>Староверова О.С.</u> , <u>Индейкин Е.А.</u> «Изучение поверхностно-активных свойств эпоксиэфирного олигомера»
C6-179	<u>Старовойтова И.А.</u> , <u>Абдрахманова Л.А.</u> , <u>Хозин В.Г.</u> , <u>Халикова Р.А.</u> «Гибридное связующее на основе полиизоцианата и полисиликата натрия, модифицированное УНТ»
C6-180	<u>Нгуен Д.А.</u> , <u>Старостина И.А.</u> , <u>Стоянов О.В.</u> «Кислотно-основные взаимодействия и адгезия в металл-полимерных системах. Новые результаты»
C6-181	<u>Закревский В.А.</u> , <u>Сударь Н.Т.</u> «Электрическая прочность полимерных диэлектриков»
C6-182	<u>Джусипбеков У.Ж.</u> , <u>Нургалиева Г.О.</u> , <u>Таубаева А.С.</u> «Получения новых видов гуматсодержащих многофункциональных полимерных материалов»
C6-183	<u>Тахсин А. Саки</u> , <u>Марков А.В.</u> «Влияние термостабилизаторов на процесс вспенивания жестких ПВХ композиций»
C6-184	<u>Темнов Д.Э.</u> , <u>Фомичева Е.Е.</u> «Электретные свойства и структура систем полимер/талък»

C6-185	<u>В.В. Терехин</u> , <u>А.В. Зайцева</u> , <u>О.В. Дементьева</u> , <u>В.М. Рудой</u> «Макроскопическая деформация подложки – новый шаг на пути к управлению свойствами высокоупорядоченных ансамблей наночастиц»
C6-186	<u>Терешко А.Е.</u> , <u>Индейкин Е.А.</u> , <u>Голиков И.В.</u> «Поверхностная энергия покрытий, сформированных из водных дисперсий полимеров, совмещенных с твердыми углеводородами нефти»
C6-187	<u>С.Г. Тихомиров</u> , <u>А.М. Скачков</u> , <u>О.В. Карманова</u> «Полимерные композиции на основе латексного коагулюма»
C6-188	<u>Панина Н.Н.</u> , <u>Ким М.А.</u> , <u>Гуревич Я.М.</u> , <u>Григорьев М.М.</u> , <u>Гребенева Т.А.</u> , <u>Ткачук А.И.</u> <u>Чурсова Л.В.</u> , <u>Бабин А.Н.</u> «Связующие для безавтоклавного формования изделий из полимерных композиционных материалов»
C6-189	<u>Токарев С.В.</u> , <u>Шевчук О.М.</u> , <u>Букартик Н.М.</u> , <u>Ильчук Г.А.</u> , <u>Монцибович Р.О.</u> , <u>Токарев В.С.</u> «Полимерные нанокompозитные пленки с включенными нанокластерами CdS»
C6-190	<u>Н.С. Борисова</u> , <u>Е.С. Трофимчук</u> , <u>А.В. Ефимов</u> , <u>Н.И. Никонорова</u> ² , <u>А.Л. Волынский</u> ² , <u>Н.Ф. Бакеев</u> ² , <u>Л.Н. Никитин</u> ³ , <u>А.Р. Хохлов</u> «Влияние природы адсорбционно-активной среды на крейзинг полиэтилена высокой плотности»
C6-191	<u>Тузова С.Ю.</u> , <u>Антипов Е.М.</u> «Методы регулирования структурной организации эпоксидно-фенольных композиций»
C6-192	<u>Жубанов Б.А.</u> , <u>Матнишян А.А.</u> , <u>Кравцова В.Д.</u> , <u>Умерзакова М.Б.</u> , <u>Искаков Р.М.</u> , <u>Бекмагамбетова К.Х.</u> «Пористые пленочные материалы из алициклических полиимидов»
C6-193	<u>Жубанов Б.А.</u> , <u>Умерзакова М.Б.</u> , <u>Искаков Р.М.</u> , <u>Кравцова В.Д.</u> , <u>Сариева Р.Б.</u> , <u>Николаева Е.С.</u> , <u>Толеп Е.Б.</u> «Кремний-содержащие сополимеры с потенциалом ионной проводимости катионов лития»
C6-194	<u>Фаизова Р.Р.</u> , <u>Проскурина В.Е.</u> , <u>Галяметдинов Ю.Г.</u> «Синтез и применение в процессах флокуляции полимер-неорганических гибридов на основе гидроксидов металлов и ионогенных сополимеров акриламида»
C6-195	<u>И.З. Файзуллин</u> , <u>И.Н. Мусин</u> , <u>С.И. Вольфсон</u> «Влияние технологических добавок на физико-механические и реологические свойства древесно-полимерных композиций»
C6-196	<u>С.В. Федорчук</u> , <u>Т.Б. Желтоножская</u> , <u>Ю.П. Гомза</u> , <u>С.Д. Несин</u> , <u>Д.О. Климчук</u> «Особенности формирования наночастиц серебра в растворах привитых сополимеров»
C6-197	<u>Макарова Л.И.</u> , <u>Филимонова Л.В.</u> , <u>Васильев В.Г.</u> , <u>Никифорова Г.Г.</u> , <u>Белавцева Е.М.</u> , <u>Бузин М.И.</u> , <u>Волкова Л.М.</u> , <u>Бурмистров А.А.</u> , <u>Волков И.О.</u> , <u>Завин Б.Г.</u> , <u>Папков В.С.</u> «Применение карбофункциональных олигосилоксандиолов для модификации органических уретановых эластомеров»
C6-198	<u>Лирова Б.И.</u> , <u>Лютикова Е.А.</u> , <u>Филина Т.Э.</u> «Модификация структуры пленок эфиров целлюлозы в процессе сорбции паров растворителей»
C6-199	<u>М. Хаддаж</u> , <u>З.Р. Минязева</u> , <u>С.П. Губин</u> «Синтез и свойства нанокompозитов на основе восстановленного оксида графена и волокнистых полимеров»
C6-200	<u>Хакимболатова К.Х.</u> , <u>Ергожин Е.Е.</u> , <u>Чалов Т.К.</u> , <u>Никитина А.И.</u> «Полифункциональный анионит для извлечения платиновых металлов»

C6-201	<u>Хамидуллин О.Л.</u> , Амирова Л.Р., Бурилов А.Р. «Свойства эпоксидных полимеров, полученных с использованием фосфониевых катализаторов»
C6-202	<u>Харенко А.В.</u> , Бородулина Т.А., Королев Ю.М., Бондаренко Г.Н., Антонов С.В. «Нестехиометричные интерполимерные комплексы в пленках полиэтиленоксида и сшитой полиакриловой кислоты»
C6-203	<u>Хасков М.А.</u> «Сравнительный анализ влияния природы наполнителя на самопроизвольную полимеризацию связующего в препрегах»
C6-204	<u>Царькова М.С.</u> , Зайцев И.С., Зайцев С.Ю. «Детекция катионов ртути с использованием хемосенсорных полимерных материалов»
C6-205	<u>Чеботаева Г.С.</u> , Гвоздик Н.А., Беркович А.К., Сергеев В.Г. «Механизмы термостабилизации прекурсоров для углеродного волокна на основе полиакрилонитрила и многостенных углеродных нанотрубок»
C6-206	<u>Чекуров К.Е.</u> , Барабанова А.И., Кучанов С.И., Грицкова И.А., Хохлов А.Р. «Влияние полидисперсности на морфологию пленок диблок-сополимеров стирола и метилметакрилата»
C6-207	<u>Чернов П.П.</u> , Миниахметов А.А., Пономарев А.Ф. «Влияние внешних факторов на изменение проводимости в субмикронных пленках полидифениленфталида»
C6-208	<u>Черноусова Н.В.</u> , Андрианова Г.П., Борисов К.М. «Использование интумесцентных систем в полимерных композициях с целью снижения характеристик пожароопасности искусственных кож»
C6-209	<u>Чернышова Е.Б.</u> , Березин А.С., Копылов А.В., Тужиков О.И. «Получение хитозан-целлюлозных пленок»
C6-210	Мусаев Ж.Д., <u>Чопабаева Н.Н.</u> , Бектуров Е.А., Кудайбергенов С.Е. «Сорбция ионов цветных металлов амфотерными макропористыми криогелями»
C6-211	<u>Шерстнева Н.Е.</u> , Фельдштейн М.М. «Структура и свойства адгезионных нанокompозитов»
C6-212	<u>Шершнёв В.А.</u> , Джардималиева Г.И., Помогайло А.Д. «Получение и свойства полимеров и нанокompозитов на основе металлокомплексов ацетиленкарбоновых кислот»
C6-213	<u>Шершнева И.Н.</u> , Эстрина Г.А., Смирнов Ю.Н. «Влияние гамма-облучения на молекулярно-массовые характеристики ПЭВД и физико-механические свойства композитов на его основе»
C6-214	<u>Шиповская А.Б.</u> , Руденко Д.А., Шмаков С.Л., Фомина В.И. «Оптическая активность растворов и пленок хитозана»
C6-215	Н.С. Китаева, Э.К. Кондрашов, <u>Ю.М. Ширякина</u> , С.А. Пономаренко, А.А. Шимкин, А.А. Новикова, А.В. Апальков, И.А. Федосов «Синтез и исследование свойств термостойкого пленкообразующего кремнийорганического сополимера»
C6-216	Г. Шульга, Б. Нейберте, А. Веровкин, Е. Яунслайетис, В. Шаповалов, А. Валенков «Модифицирование лигноцеллюлозных материалов для получения полимерно-древесных композитов»
C6-217	<u>А.С. Шуршина</u> , Е.И. Кулиш «Особенности процессов диффузии в лекарственных пленках хитозан-антибиотик цефтозидим»
C6-218	<u>Щербина А.А.</u> , Гладких Ю.Ю., Чалых А.Е. «Влияние сетки пространственных связей на формирование и разрушение полимерных адгезионных соединений»

C6-219	<u>Щербина А.А.</u> , Шапагин А.В., Черникова Е.В. «Сравнительные исследования адгезионных свойств сополимеров с различной архитектурой макромолекулярной цепи»
C6-220	Якунин А.Н. «Стационарное распространение шейки в линейном полиэтилене и вязкость его расплава»
C6-221	<u>А.Ю. Ярышева</u> , Д.В. Багров, Е.Г. Рухля, Л.М. Ярышева, А.Л. Волынский, Н.Ф. Бакеев «Визуализация структурных перестроек кристаллических полиолефинов, деформированных в жидкой среде по механизму крейзинга»
C6-222	<u>Л.М. Ярышева</u> , Б.Н. Тарасевич, Т.Е. Гроховская, Е.Г. Рухля, А.Ю. Ярышева, А.Л. Волынский, Н.Ф. Бакеев «Структура нанокompозитов полипропилена с полиэтиленоксидом, полученных методом крейзинга»

Пленарные доклады

НЕКОТОРЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПОЛИМЕРНЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Берлин Ал. Ал.

*Институт химической физики им. Н.Н. Семенова, Москва, ул. Косыгина, 4,
berlin@chph.ras.ru*

Материалы, используемые человеком в его деятельности, всегда играли важную, а часто и определяющую роль в развитии цивилизации. Они дали названия целым эпохам развития человечества: каменный век, бронзовый век, железный век... Конечно, сейчас круг материалов, созданных и используемых в быту и технике, особенно военной, чрезвычайно широк. Однако с небольшой долей пристрастности современную эпоху можно назвать веком полимеров, органических полимеров.

Сырьем для органических полимеров являются, главным образом, нефть и газ. Однако, во-первых, мировые запасы этого сырья не бесконечны и по разным оценкам должны исчерпаться через 30-100 лет. Во-вторых, это сырье непрерывно дорожает.

В связи с этим надо уже сегодня думать об экономии существующих органических полимеров (полиолефины, полистиролы, поливинилхлорид, полиэфиры, полиамиды и пр.) и их замене на полимеры из возобновляемого сырья и неорганических полиоксидов, из которых состоит земная кора и запасы которых практически безграничны.

1. Сегодня в мире накапливается большое количество полимерных отходов в виде использованных материалов и промышленных отходов, возвращение которых в народное хозяйство требует разработки методов вторичной переработки. Особенно много изношенных шин, сельскохозяйственной полиэтиленовой пленки, полиэфирной тары загрязняет окружающую среду. Это как экологическая проблема, так и проблема экономии органического сырья.

Один из наиболее рациональных (скорее всего, самый удобный) способов возвращения материала - это измельчение вторичных полимеров в тонкие порошки и получение затем различных композитов смешением этих порошков друг с другом и с другими материалами. Дисперсность этих порошков одна из важнейших характеристик, определяющих физико-механические свойства композитов, поэтому я говорю о тонких порошках. Вообще говоря, измельчать полимеры не так просто из-за их пластичности. Известный способ измельчения резин, например, охлаждение до низких температур, когда она становится хрупкой, требует, однако, больших энергетических затрат. Наши сотрудники под руководством Н.С.

Ениколопова открыли (случайно) новый способ высокотемпературного измельчения под действием сдвиговых деформаций. Раньше (при Н.С.) такой процесс проводили в экструдерах – довольно дорогих устройствах. За последние годы сделаны два принципиально важных достижения в этой области. Во-первых, разработаны новые, специальные, более эффективные и дешевые машины для измельчения полимеров – роторные диспергаторы. Во-вторых, найдены способы применения получаемых порошков и разработаны различные композиционные материалы на их основе. В частности, огромные потребности в настоящее время существуют в резиновых порошках для модификации асфальта. Важной особенностью и преимуществом порошков, полученных методом высокотемпературного сдвигового измельчения, является их структура с сильно развитой поверхностью.

2. Самыми распространенными органическими полимерами из возобновляемого сырья являются целлюлоза и хитин. Человечество, конечно же, давно использует древесину в качестве конструкционного материала. Однако, для того, чтобы превратить целлюлозу в термопластичный, т.е. легко перерабатываемый, материал, приходится применять тяжелые, экологически «недружелюбные» технологии, которые требуют больших расходов воды и портят окружающую среду. Это в еще большей степени касается хитина. В ИХФ РАН были разработаны новые методы модификации целлюлозы и хитина в твердой фазе без или при небольшом количестве растворителя. Эти методы основаны на открытии возможности проведения твердофазных химических реакций под действием пластических деформаций. Важно, что реакция идет непосредственно в ходе деформации достаточно эффективно, быстро и практически независимо от температуры. Приведены схемы различных реакций модификации целлюлозы (в том числе получения эфиров целлюлозы) и хитина (в том числе получения хитозана, очень модного и ценного продукта), проведенные в твердой фазе без растворителя. Кроме того твердофазным методом могут быть получены биоразлагаемые смеси с синтетическими полимерами (ПЭ и др.) и неорганическими полиоксидами.

Говоря о полимерных материалах из возобновляемого сырья нельзя не упомянуть о полилактидах, из которых можно делать биоразлагаемые волокна, пленки, пластики. Исходным сырьем для получения полилактидов является молочная кислота – продукт брожения крахмала из маиса, картофеля, кукурузы или мелассы из сахарной свеклы, тростника и пр.

3. Наполнение полимеров минеральными наполнителями с целью модификации их свойств и экономии органического полимера и снижения стоимости материала давно и хорошо известно. В ИХФ был предложен новый способ получения таких материалов полимеризацией на наполнителях, на поверхность которых нанесены катализаторы или

инициаторы полимеризации. В этом случае появляется возможность получать однородные смеси сверхвысокомолекулярных полимеров и наполнителями и чрезвычайно высоконаполненные полимеры. Кроме того, повышается адгезия и улучшаются физико-механические свойства композитов. Приведены примеры разработанных материалов.

4. Земля состоит, главным образом, из неорганических полимеров, полиоксидов кремния, алюминия и пр., и грех не использовать их в конструкционных материалах. Тем более, что живая природа это сделала – кости, зубы животных и человека, ракушки и панцири моллюсков и черепах и т.д. К ним я еще вернусь в конце доклада. Человек, конечно, тоже применяет такие неорганические материалы как камни, бетон, кирпич, керамика, но все они имеют два основных недостатка – плохая перерабатываемость (по сравнению с органическими полимерами) и хрупкость.

Были разработаны материалы на основе полиоксидов бора, фосфора и кремния. При этом получают вещества, которые можно перерабатывать «полимерными» методами сами по себе или вместе с органическими полимерами, уменьшая их горючесть и модифицируя другие свойства (коэффициент трения, жесткость и пр.). Пока все это достаточно хрупкие материалы, но уже и их можно использовать в качестве, например, связующего для углепластика.

Теперь о пластичности, вязкости разрушения. Тут я хочу вернуться к природным материалам. Кости, ракушки устроены как слоистые композиты, нанокompозиты. Поэтому имеют сравнительно высокую вязкость разрушения. Мы прошли длинный путь в поисках пластичности неорганических полимеров и не дошли до конца. Сначала я думал о линейных структурах (например, типа полифосфазена), затем о пластификации низкомолекулярными соединениями, затем о простой модификации полимерами, и, наконец, теперь о слоистых структурах и других композиционных материалах. Это наш дальнейший путь.

Хорошо известно, что в волокнистых армированных пластиках сочетается высокая прочность и высокая вязкость разрушения (отсутствие хрупкости). Поэтому современная техника (ракетная, авиационная, судостроение, автомобилестроение и пр.) широко и все в больших масштабах привлекает полимерные композиционные материалы. В качестве волокон используются, в частности, наиболее дешевые стеклянные или базальтовые волокна. Стекло и базальт – это тоже неорганические полиоксиды. Но в качестве связующего до сих пор всегда используется органический полимер (чаще всего эпоксидные или полиэфирные смолы). Представляется интересным заменить их на легко перерабатываемые неорганические полиоксиды, получив таким образом, полностью неорганический волокнистый композит. Он должен сохранить высокие прочность и вязкость разрушения, а

также такие преимущества неорганических полиоксидов, как негорючесть, радиационная и окислительная стойкость и др.

5. Теперь о модных ныне полимерных наноматериалах. Конечно, это очень широкая область деятельности, но я остановлюсь только на получении композитов на основе полиолефинов и слоистых силикатов методом полимеризационного наполнения. Такие материалы имеют некоторые преимущества, которые обусловлены чрезвычайно высоким характеристическим отношением (отношение диаметра к толщине частицы, которая составляет величину порядка нанометра).

Чрезвычайно интересен графенонаполненный политетрафторэтилен, представляющий ПТФЭ с монослойными пластинками графита (графен) и полученный полимеризацией тетрафторэтилена на фторуглероде с последующим дефторированием.

6. Большинство природных материалов отличается не только экстремально высокими физико-механическими свойствами (высокая приведенная прочность и т.п.), но входит в состав конструкций, обладающих уникальными эксплуатационными характеристиками (длительная стойкость к переменным нагрузкам и т.п.). Известно, что эти материалы являются *градиентными* в гораздо большей степени, чем любые искусственные материалы, созданные человеком. Иными словами, в любой конструкции, образованной ими, состав и свойства соответствующего материала пространственно неоднородны, что связано с функциональным назначением данной конструкции.

Иглы таких растений, как, розы, кактусы и многие другие наряду с другими менее важными функциями выполняют основную - защищают растение от случайных или умышленных вторжений в его жизнь. В сущности близкую задачу выполняют и иглы животных и рыб. Так иглы ежей и дикобразов отлично защищают этих животных от гораздо более крупных и сильных хищников.

Определяя величину критического усилия, измеряемого путем нажатия на очень тонкий и острый кончик иглы кактуса, с ростом силы нажатия вплоть до поломки иглы, получаем чрезвычайно высокую характеристику, недоступную гомогенным иглам из достаточно прочных конструкционных металлов. То же относится к свойствам игл ежей и дикобразов.

По химическому составу материал птичьих *перьев* не слишком далек от материала игл и когтей диких животных - кератин является основным компонентом во всех этих случаях. Вместе с тем сильнейшая пространственная неоднородность материалов, образующих сложные конструкции различных участков птичьего пера (стебля, опахала и др.) - первое, на что обращает внимание исследователь. По удельной прочности птичьи перья соперничают с лучшими авиационными материалами (алюминий-магниевыми сплавами и т.п.). Вместе с тем по способности выдерживать миллионы раз огромные знакопеременные деформации

материалы птичьего пера, по-видимому, не имеют себе равных. Крайне интересным является еще одна проблема, относящаяся к особенностям материала и конструкции птичьего пера. Кончик пера, выполняет роль своеобразного детектора направлений и скорости течений воздуха в пограничном слое вблизи поверхности крыла: сверх эластичный материал и конструкция этого кончика обеспечивают большой прогиб при ничтожно малых перепадах воздушного давления с разных сторон оперенной поверхности кончика. Поскольку выгнутый таким образом конец пера тормозит развитие обратных токов у поверхности крыла при больших углах атаки, птице присущи уникальные полетные характеристики, недоступные современным планерам и самолетам: полеты с закритическими углами атаки, посадка и взлет без дополнительного пробега и др.

Очевидно, здесь мы сильно отстаем от природы и имеем огромный резерв для повышения эксплуатационных характеристик искусственно созданных изделий.

РАБОТЫ Н.А.ПЛАТЭ В ОБЛАСТИ БИМЕДИЦИНСКИХ ПОЛИМЕРОВ – ОСНОВА ДЛЯ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ ЭТОГО НАУЧНОГО НАПРАВЛЕНИЯ

Валуев Л.И.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Трудового Красного Знамени Институт нефтехимического синтеза им. А.В.Топчиева Российской академии наук (ИНХС РАН) 119991 Москва, Ленинский проспект, 29, valuev@ips.ac.ru

В работе рассмотрены основные работы Н.А.Платэ в области создания тромборезистентных полимерных материалов для трансплантологии и биосовместимых офтальмологических протезов, биоспецифических гидрогелевых сорбентов для детоксикации организма, гидрогелевых покрытий на раны и ожоги с регулируемой физиологической активностью, многокомпонентных полимерных систем для биотехнологии и полимерных систем для направленного транспорта лекарств в живом организме. Продемонстрировано значение этих работ для развития всего научного направления биомедицинских полимеров.

«ПОСЛЕДЕЙСТВИЕ» ИДЕЙ И РАБОТ И.М.ЛИФШИЦА В СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКЕ ПОЛИМЕРОВ И БИОПОЛИМЕРОВ

Гроссберг А.Ю.

*Department of Physics and Center for Soft Matter Research, New York University, 4 Washington
Place, New York, NY 10003, USA*

E-mail: ayg1@nyu.edu

В докладе будет дан обзор ряда недавних результатов относящихся к физике как ДНК и белков, так и обычных полимеров. Результаты будут сгруппированы так, чтобы пояснить их идейное родство с идеями, восходящими к работам И.М.Лифшица.

ПОДХОД И.М. ЛИФШИЦА В СТАТИСТИЧЕСКОЙ ФИЗИКЕ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ СИСТЕМ

Ерухимович И.Я.

*Институт элементоорганических соединений им. А.Н.Несмеянова Российской академии
наук*

ierukhs@polly.phys.msu.ru

Развитые И.М. Лифшицем метод вычисления энтропии пространственно неоднородной полимерной цепи и понятие о референтной системе «разорванных звеньев», позволяющее оценить вклад взаимодействия звеньев цепи в её свободную энергию, лежат в основе разработанной И.М. Лифшицем, Гроссбергом и Хохловым теории перехода клубок-глобула (ТПКГ) и хорошо известны. В этом докладе я опишу развитие идей И.М. Лифшица за рамками ТПКГ: в теории корреляционных и динамических свойств концентрированных гибкоцепных полимерных систем, а также в термодинамике асимметричных и ассоциирующих систем. В качестве демонстрации подхода И.М. Лифшица мы рассмотрим теорию структуры поверхностного слоя и поверхностного натяжения на границе раздела сосуществующих фаз термообратимо ассоциирующих жидкостей. Полученные результаты показывают, в частности, что свойства такой границы раздела существенно зависят не только от энергии, но и от энтропии термообратимых связей.

ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ: ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ, БУДУЩЕЕ

Зезин А.Б.

Московский Государственный Университет имени М.В.Ломоносова

Химический факультет, Ленинские Горы 1-3, ГСП-1, 119991, Москва, Россия

zezina@genebee.msu.ru

В лекции рассмотрена история возникновения и развития исследований интерполиэлектrolитных реакций и комплексов, прямо связанные с именами замечательных ученых академика В.А. Каргина и его ученика академика В.А. Кабанова. Логика фундаментальных исследований опирается на представления о кооперативном характере таких процессов. Развитие исследований на кафедре высокомолекулярных соединений происходит по линии расширения архитектуры макромолекул полиэлектrolитов (разветвленные и звездообразные макромолекулы, амфифильные блок-сополимеры, полиэлектrolитные сетки).

Обсуждены прикладные исследования интерполиэлектrolитных комплексов, связанные с ярко выраженной способностью таких систем к самоорганизации. Рассмотрено практическое применение этих соединений, в первую очередь при решении экологических проблем. В организации и практической реализации таких работ решающая роль принадлежит академику В.А. Кабанову. Это проиллюстрировано на примере мероприятий по ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС.

В.А. КАБАНОВ И ВЕЧНО ЖИВАЯ РАДИКАЛЬНАЯ ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ**Зубов В.П.**

Московский государственный университет тонких химических технологий им. М.В. Ломоносова, 119571 Москва, пр. Вернадского, 86. E-mail: zubov@ibch.ru

К началу научной деятельности В.А. Кабанова (конец 50-х г.г. прошлого века) область радикальной полимеризации была достаточно хорошо разработана и считалась в научном плане практически исчерпанной. Было принято, что радикальная полимеризация является классическим примером неразветвленной цепной реакции, хорошо описываемой простыми кинетическими уравнениями. Причем константа роста цепи зависела только от химического строения мономера и радикала, а гибель активных центров происходила в результате диффузионно-контролируемой бимолекулярной реакции радикалов роста либо на ингибиторах.

Уже в первой своей научной работе, выполненной под руководством В.А.Каргина (1958 г.), В.А. Кабанов устанавливает, что радикальная ω - полимеризация — это не обычная цепная реакция, а реакция с выраженным разветвлением цепи благодаря гомолитическому разрыву образующихся цепей под действием осмотического давления смеси мономер-растворитель. Позднее этот вывод был подтвержден кинетически (1998) и с использованием метода ЭПР и спиновых ловушек (2005).

Начиная с 1960-х г.г. В.А. Кабанов с сотр. проводит большой цикл систематических исследований по влиянию среды (комплексообразования) на радикальную гомо- и сополимеризацию, в том числе чередующуюся, виниловых и аллиловых мономеров. Было рассмотрено влияние кинетических эффектов образования координационных комплексов водородных и солевых связей самоассоциации мономеров (в т.ч. липидоподобных) на константу роста цепи. Создана концепция комплексно-радикальной полимеризации. Результаты обобщены позже в монографиях: В.А. Кабанов, В.П. Зубов, Ю.Д. Семчиков «Комплексно-радикальная полимеризация» (1987) и В.А. Кабанов, Д.А. Топчиев «Полимеризация ионизирующихся мономеров» (1975). Получена премия АН СССР им С.В. Лебедева.

С начала 1970-х годов В.А. Кабанов с сотр. начал систематическое исследование влияния комплексообразования и физического структурирования полимеризующихся систем на константу обрыва цепи, а также особенностей полимеризации при глубоких степенях превращения. Было установлено, что в вязких физических структурированных системах, например, в условиях гель-эффекта бимолекулярный обрыв цепи исчезает и в гомофазной

системе накапливаются «живые» долгоживущие макрорадикалы, способные продолжать свой рост. Подобные условия создаются и при низкотемпературной пост-полимеризации стеклообразных мономерных систем и в жидких смесях акриловых мономеров с ортофосфорной кислотой при комнатной температуре. Таким образом, была открыта возможность проведения квази-безобрывной радикальной полимеризации «живых» цепей в гомогенных системах за счет физической пространственной стабилизации иммобилизации макрорадикалов. Это позволило получать полимеры заданной молекулярной массы, блок-сополимеры, осуществлять контролируемую прививку полимеров на твердые носители.

Появившиеся в 1980-е гг. новые подходы к осуществлению контролируемой радикальной полимеризации, направленные на замену квадратичного обрыва радикалов роста их обратимым обрывом на малоактивных радикалах (псевдоживая полимеризация под действием инифертеров) вызвали большой интерес у В.А.Кабанова. С его активным участием сотрудники кафедры ВМС МГУ включилась в эти исследования. Основными достижениями тех лет следует считать установление механизма и количественных кинетических параметров инифертерных процессов, а также разработки комплексного подхода к изучению закономерностей инифертерной полимеризации, который применялся впоследствии и к другим псевдоживым процессам. Впервые была предложена кинетическая схема инифертерной полимеризации, предсказано и доказано, что такие процессы протекают без гель-эффекта на глубоких конверсиях. Теоретически предсказана и экспериментально подтверждена возможность получения композиционно однородных сополимеров из мономеров разной активности.

Заложенные В.А.Кабановым основные направления развития этой области – установление механизма элементарных стадий процесса псевдоживой полимеризации и разработка основ макромолекулярного дизайна были успешно развиты в дальнейших работах его школы – при изучении псевдоживой радикальной полимеризации по механизмам обратимого ингибирования и обратимой передачи цепи, которые продолжают в настоящее время на кафедре ВМС МГУ.

РАБОТЫ В. А. КАБАНОВА КАК ПРЕДТЕЧА ПОЛИМЕРНОЙ ТЕРАПЕВТИКИ И НАНОМЕДИЦИНЫ

Кабанов А.В.

*Лаборатория Химический дизайн бионаноматериалов, МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва,
РФ и Центр нанотехнологий для доставки лекарств, Университет Северной Каролины,
Чапел Хилл, США. kabanov@unc.edu*

Сходство синтетических полимеров с ДНК и другими биополимерами вызывали большой интерес В. А. Каргина и его учеников. Уже в ранних работах, выполненных на кафедре ВМС МГУ, стали делаться попытки моделирования биологических процессов с помощью простых синтетических аналогов биополимеров. Так в середине 60-х годов появились работы В. А. Кабанова по матричной полимеризации, в которых впервые удалось осуществить синтез полимера из неприродных пиридиновых мономеров на простой синтетической матрице, полистиролсульфоокислоте. Вскоре, как бы в порядке «соревнования» с дружественными энзимологами, у В. А. Кабанова родилась и была реализована в эксперименте идея создания «искусственного фермента», из синтетического полимера. Приблизительно в тоже время были опубликованы несколько статей об образовании комплексов заряженных синтетических полимеров – «полиэлектролитов» с белками, в которых, в частности, была продемонстрирована способность таких полимеров «узнавать» и выбирать из смеси белков наиболее подходящих им партнеров. В целом идеи самосборки и молекулярного узнавания в простых полимерных системах были развиты В. А. Кабановым в огромном цикле работ по растворимым полиэлектролитным комплексам. Эти работы получили мировое признание и имели важнейшие последствия для применения полимеров в самых разных областях науки. В частности, они предвосхитили и подтолкнули современное развитие наномедицины, в том числе создание нового поколения систем направленной доставки генов и других биологически активных соединений в клетку. В. А. Кабановым совместно с иммунологами, Р. В. Петровым и Р. М. Хаитовым на протяжении более двух десятков лет были проведены систематические исследования, позволившие создать первую в мире синтетическую полимерную вакцину. В ходе этих работ был синтезирован новый синтетический катионный полимер «полиоксидоний», который можно было вводить в организм человека без вредных последствий. В этих работах впервые была обнаружена способность неприродных полимеров модулировать иммунный ответ и впервые показана важность этого явления для биологии и медицины.

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ПОЛУЧЕНИЮ ТЕХНИЧЕСКИХ НИТЕЙ НА ОСНОВЕ ПАН И ЦЕЛЛЮЛОЗЫ, КАК ПРЕКУРСОРОВ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН

Куличихин В.Г., Семаков А.В., Голова Л.К., Скворцов И.Ю., Макаров И.С.

Институт нефтехимического синтеза им. А.В.Топчиева РАН, klch@ips.ac.ru

Одной из ключевых проблем в области получения углеродных волокон на основе ПАН и целлюлозы является нахождение связи между структурой и свойствами прекурсоров и соответствующими характеристиками готовых черных волокон. В рамках традиционного мокрого способа формования ПАН волокон из растворов в роданиде натрия такая связь не была найдена, а отсюда и все затруднения российской промышленности с получением высокопрочных углеродных волокон (ВУВ). В данной работе сделана попытка реализовать новые способы формования ПАН волокон сухо-мокрым способом, используя накопленный опыт такого формования из растворов целлюлозы в N-метилморфолин-N-оксиде (ММО). Оказалось, что в целлюлозном прекурсор ВУВ удлиненные домены кристаллической дисперсной фазы на должны формировать резкую фазовую границу с аморфной дисперсионной средой. Более того, аморфная фаза должна быть частично упорядочена по принципу мезофазной структуры. В этом случае плавный переход от трехмерного кристаллического порядка к мезофазно-аморфному способствует получению качественных ВУВ на основе гидратцеллюлозы.

В случае ПАН были отработаны режимы формования белых волокон на лабораторном стенде мокрого формования и, в модельных условиях, сухо-мокрого и даже сухого формования. В последнем случае использовали принцип механотропного формования, когда в результате интенсивного растяжения жидкой струи прядильного раствора ПАН в ДМСО происходит ориентация и коллапс полимерной фазы, вызывающий выделение растворителя в виде капель на поверхность струи или уже отвержденного в результате механического воздействия свежесформованного волокна. Этот вариант, в принципе, близок к бесфильтрному формованию волокон, ибо может быть реализован вытягиванием вязкоупругой струи с поверхности раствора в устройстве, где подача раствора в зону прядения основана на эффекте Вайссенберга.

Сформованные таким способом волокна имеют высокие механические характеристики и, априори, иную структуру. Они являются чрезвычайно интересными прекурсорами для ВУВ. Таким образом, сухо-мокрое или «квази-сухое» (механотропное) формование являются новым шагом в поиске пресловутой связи между структурой и свойствами прекурсоров и ВУВ.

Еще один аспект такой связи рассмотрен с точки зрения молекулярных характеристик ПАН (ММ, ММР), а также различных добавок в прядильные растворы. В качестве таких добавок фигурируют другие полимеры, растворимые в ДМСО или ММО, наночастицы гидрофильной и гидрофобной глины, а также многостенные углеродные нанотрубки. При введении этих добавок в целлюлозные растворы процесс эволюции структуры целлюлозы завершается на 2D (мезофазном) упорядочении. Такая структура лабильна, легко подвергается ориентационной вытяжке, а готовые волокна меньше фибриллизуются по сравнению с полученными «классическим» образом. Особый интерес представляет формирование гибридных волокон ПАН/целлюлоза.

ИДЕИ ТЕОРИИ НЕУПОРЯДОЧЕННЫХ СИСТЕМ В СТАТИСТИЧЕСКОЙ ТЕРМОДИНАМИКЕ ПОЛИМЕРОВ

Кучанов С.И.

Институт элементоорганических соединений им. А.Н.Несмеянов РАН

Москва, 119991, ул. Вавилова, 28, kuchanov@orc.ru

Неупорядоченные системы и статистическая механика макромолекул занимает видное место в научном наследии И.М.Лифшица. Его идеи в этих двух областях теоретической физики легли в основу ряда подходов теории полимеров. Следует заметить, что раствор или расплав реального сополимера представляет собой типичный пример неупорядоченной системы, поскольку состоит из огромного набора макромолекул, различающихся числами мономерных звеньев разных типов и способом их соединения друг с другом (т.е. конфигурацией). Распределение макромолекул по их составу и строению, называемое молекулярно-структурным распределением (МСР), характеризует химический структурный беспорядок полимерного образца. Нахождение этого распределения относится к статистической химии полимеров, поскольку набор макромолекул, входящих в состав любого полимерного образца, формируется на стадии синтеза. В зависимости от условий его проведения могут образовываться продукты различной степени полимолекулярности, существенно отличающиеся эксплуатационными свойствами. Поэтому для теоретического прогнозирования таких свойств конкретного образца очевидно требуется предварительно решить задачу статистической химии, заключающуюся в нахождении его МСР.

Основной задачей статистической термодинамики полимеров является прогнозирование фазового поведения их расплавов и растворов в зависимости от температуры, давления и параметров химической структуры макромолекул. Эта задача может быть решена, если известна свободная энергия полимерной жидкости. Для её нахождения требуется провести усреднение свободной энергии макромолекул в рассматриваемом образце по их конформациям. Практическая реализация этой операции требует использования специальных подходов теории неупорядоченных систем, ключевые идеи которых предполагается изложить в моём докладе на конференции. Основное внимание будет уделено обсуждению модификации теории Ландау фазовых переходов полимерных жидкостей, обязанной конфигурационному беспорядку их макромолекул.

РАЗВИТИЕ ТЕОРИИ МАКРОМОЛЕКУЛЯРНЫХ РЕАКЦИЙ

Литманович А.Д., Кудрявцев Я.В.

ИНХС РАН, 119991 ГСП-1 Москва Ленинский проспект. д.29. alit@ips.ac.ru

Разработку теории макромолекулярных реакций в школе Н.А. Платэ начали с исследования эффекта соседних звеньев в полимераналогичных реакциях (ПАР) в разбавленных растворах. Продукты ПАР $A \rightarrow B$ – это статистические сополимеры АВ. Строение их цепи нельзя установить только экспериментальными методами, но можно описать на основе теории этого типа реакций. В 60-70 гг. разработана методология исследования, включающая теоретические подходы для описания распределения звеньев в цепи и способы экспериментального определения констант скорости, необходимых для расчетов. Методология с успехом использована в исследованиях гидролиза полиметакрилатов и других ПАР. В 80 гг. впервые предложена теория межцепного эффекта в ПАР (как внутренние, так и внешние соседи В влияют на реакционную способность звеньев А), что позволило исследовать реакции в расплавах и смесях полимеров. В неоднородной смеси полимеров А и В протекает реакция с межцепным ускорением и взаимодиффузия. Впервые предложена теория таких реакций, описывающая детальную структуру реагирующей смеси.

Подробная информация о распределении звеньев имеет первостепенную ценность для исследований такой фундаментальной проблемы, как зависимость «строение цепи – свойства статистических сополимеров». Особый интерес представляет изучение способности статистических сополимеров к самоорганизации посредством нековалентных межмолекулярных взаимодействий. Методом Монте-Карло моделировали ПАР и оценивали способность случайных и мультиблочных сополимеров к упорядочению в двумерной и трехмерной системах с учетом таких факторов, как средняя длина блоков, длина цепи и энергия взаимодействия между звеньями. Экспериментальную методологию исследования зависимости «строение цепи - свойства» разработали и апробировали на сополимерах винилацетата и винилового спирта – продуктах щелочного гидролиза поливинилацетата. Установили тип статистики цепи образующихся сополимеров и использовали расчеты детального распределения по длине блоков для интерпретации данных термического фракционирования о кристалличности образцов.

Разрабатываемые подходы соответствуют прогнозам о развитии химии XXI века – повороту химии как науки к исследованию молекулярной и надмолекулярной организации.

«ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИЛИКОНОВ В КООРДИНАТАХ ХИМИИ ПОЛИМЕРОВ»

Музафаров А.М.

Институт элементоорганических соединений им. А.Н.Несмеянова РАН

Институт синтетических полимерных материалов им. Н.С.Ениколопова РАН

e-mail: aziz@ineos.ac.ru

Полиорганосилоксаны один из важнейших классов элементоорганических полимеров получивших большое распространение в самых различных областях практической деятельности, начиная от космического и авиационного самолетостроения, и заканчивая медициной и косметикой, строительством и солнечной энергетикой. В докладе будут рассмотрены современные тенденции в этой области полимерной химии, находящейся на очень интересном этапе своего развития. Резко расширившийся рынок стран производителей, и одновременно переход из области стратегических материалов к материалам общего назначения, обозначил «узкие» места во всем силиконовом «переделе» в целом и силиконовых полимерах в частности.

Проблема перехода на бесхлорные методы получения кремнийорганических мономеров уже освещалась ранее. В этом докладе будут обсуждены основные проблемы, стоящие перед исследователями, работающими с основной номенклатурой полиорганосилоксановых полимеров. Отдельные успехи в направленном и хорошо контролируемом дизайне молекулярных структур, таких как лестничные полифенилсилсесквиоксаны, полиметилсилсесквиоксановые дендримеры и сверхразветвленные полимеры, многолучевые звезды и целый ряд других, продемонстрировали эффективность использования общих подходов полимерной химии к управлению свойствами сложных силоксановых систем.

Одновременно, стали актуальными исследования структурных особенностей сложных сополимерных силоксановых систем, широко применяющихся на практике, свойства которых оптимизированы в рамках эмпирических подходов. В качестве примеров будут рассмотрены MQ-смолы и полиметилсилсесквиоксаны, их структурное многообразие позволяет проводить эффективное сравнение степени влияния различных вариантов структурной организации на свойства исследуемых систем.

В заключение, будут рассмотрены предпосылки для опережающего развития полиорганосилоксанов по сравнению с иными классами органических полимеров. Будет обозначен круг проблем, которые должны быть для этого решены.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта РФФИ № 13-03-12215-офи-м

N-ВИНИЛАМИДЫ С ОТКРЫТОЙ ЦЕПЬЮ И ПОЛИМЕРЫ НА ИХ ОСНОВЕ — НОСИТЕЛИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

Панарин Е.Ф.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Институт высокомолекулярных соединений Российской академии наук (ИВС РАН)

199004, Санкт-Петербург, Большой пр. В.О., д. 31

panarin@hq.macro.ru

Поли-N-виниламиды на основе циклических N-виниламидов (поливинилпирролидон, поливинилкапролактam) широко используются в биотехнологии, медицине, фармацевтике и технике. N-виниламиды жирных кислот (с открытой цепью) являются малоизученными мономерами, и информация об их свойствах, полимеризационной активности и полимерах на их основе ограничена. Особый интерес представляют первые члены ряда N-виниламидов — N-винилформамид, N-винилацетамид и их производные.

В докладе рассматриваются методы синтеза N-виниламидов с открытой цепью, их модификация, гомо- и сополимеризация с виниловыми мономерами. Приводятся данные по их свойствам, молекулярным и конформационным характеристикам, реакциям в цепях и синтезу различных полиэлектролитов с регулируемым гидрофильно-гидрофобным балансом. Большое внимание уделено биологическим свойствам гомо- и сополимеров N-виниламидов с функциональными сомономерами и использованию их в качестве модификаторов и носителей биологически активных веществ.

СОПРЯЖЕННЫЕ ОЛИГОМЕРЫ И ПОЛИМЕРЫ ДЛЯ ОРГАНИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ И ФОТОНИКИ

Пономаренко С.А.

ИСПМ им. Н.С. Ениколопова РАН, 117393, Москва, ул. Профсоюзная, д.70

ponomarenko@ispm.ru

π -Сопряженные олигомеры и полимеры составляют основу органической электроники благодаря их уникальным электрическим и оптическим свойствам в сочетании с хорошей перерабатываемостью из растворов. Многие из них могут использоваться и в органической фотонике из-за их отличных фотолюминесцентных характеристик. В докладе будут представлены последние достижения в молекулярном дизайне, синтезе и применению π -сопряженных олигомеров и полимеров в различных устройствах органической электроники и фотоники. Среди них можно отметить олиготиофенхлорсиланы [1], способные к самоорганизации в кристаллический монослой на границе вода-воздух [2], перенос которого на структурированные субстраты методом Ленгмюра-Блоджетт позволил получить монослойные органические полевые транзисторы и микросхемы [3]. Звездообразные олигомеры на основе трифениламина с дициановинильными концевыми группами и олиготиофеновыми π -сопряженными спейсерами представляют собой донорно-акцепторные молекулы с внутримолекулярным переносом заряда, что позволяет их использовать в органических солнечных батареях с объемным гетеропереходом [4]. В аналогичных устройствах могут быть использованы и π -сопряженные полимеры на основе производных цикlopentадитиофена [5,6]. Кремнийорганические макромолекулы дендритного строения с внутримолекулярным переносом энергии [7, 8] могут успешно применяться в органических светоизлучающих диодах, а также в качестве спектросместителей для детектирования высокоэнергетических элементарных частиц [9].

[1] S. A. Ponomarenko, et al., *Organometallics*, 2010, 29(19), 4213-4226;

[2] E. V. Agina, et al., *Langmuir*, 2012, 28(46), 16186-16195;

[3] A. S. Sizov, et al., *Appl. Phys. Lett.* 2013, 103, 043310;

[4] J. Min, et al., *Organic Electronics*, 2013, 14(1), 219-229;

[5] E. N. Myshkovskaya, et al., *Mendeleev Commun.* 2011, 21(1), 38-40;

[6] F. V. Drozdov, et al., *Macromol. Chem. Phys.* 2013, ASAP (DOI: 10.1002/macp.201300328);

[7] M. S. Polinskaya, et al., *Mendeleev Commun.* 2011, 21(2), 89-91;

[8] S. A. Ponomarenko, et al., *Macromolecules*, 2012, 45(4), 2014–2024

[9] D. Yu. Akimov, et al., *Nuclear Instruments & Methods in Phys. Res. A*, 2012, 695, 403-406.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты № 13-03-01315а и 13-03-12451), Программы Президиума РАН №24, Программы ОХНМ РАН №3 и №8, Минобрнауки (грант № 11.G34.31.0055).

ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ ПОЛИМЕРЫ – ОТ ПРОШЛОГО К НАСТОЯЩЕМУ

Шибает В.П.

*Химический факультет, Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова
Россия, 119991, г. Москва, Ленинские горы, 1-3, e-mail: lcp@genebee.msu.ru*

В развитие работ академика Н.А. Платэ по синтезу и изучению жидкокристаллических (ЖК) гребнеобразных полимеров [1, 2] кратко рассмотрена эволюция этих исследований и представлены результаты последних достижений в этой области, связанные с созданием новых типов ЖК полимерных систем, полученных под руководством автора.

В докладе будут рассмотрены следующие виды фотоактивных ЖК полимеров и ЖК композитов [2-4]:

- ✓ Светоуправляемые фотохромные и хирально-фотохромные полимеры нематического и холестерического типов для информационной техники, голографии и скрытой (латентной) записи информации.
- ✓ ЖК полимеры для создания фотоориентирующих покрытий (фотоориентатнов) для дисплейной технологии.
- ✓ Электро- и фотоуправляемые ЖК композиты на основе фотополимеризующихся смесей.
- ✓ Ионофорные ЖК полимеры для создания фотоуправляемых сенсорных систем.
- ✓ Фотохромные ЖК композиты на основе пористых пленок ПЭ с целью получения фотомеханических актюаторов.

Литература:

1. N.Plate, V.Shibaev «*Comb-Shaped Polymers and Liquid Crystals*» / Plenum Press, New York - London, 1987
2. В.П. Шибает «Жидкокристаллические полимеры – прошлое, настоящее и будущее» // Высокомолекулярные соединения, серия А, 2009, 51, 11, 1863-1929
3. V.P. Shibaev глава 1.10: «*Liquid Crystalline polymers*» / Polymer Science: A Comprehensive reference (Eds. K. Matyjaszewski, M. Moller), ISBN: 978-0-08-087862-1, Elsevier B.V., 2012, 1, 259-285
4. В.П. Шибает «Полимерные кентавры» // Природа, 6, 12-24, 2012

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ («а»: 11-03-01046 и 13-03-00648; «офи_м»: 13-03-12456 и 13-03-12071).

Приглашённые и устные доклады

НАНОКОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИУРЕТАНОВ И УГЛЕРОДНЫХ НАНОЧАСТИЦ: ПОЛУЧЕНИЕ, СВОЙСТВА, ПРИМЕНЕНИЕ

Бадамшина Э.Р., Гафурова М.П., Эстрин Я.И.

Институт проблем химической физики РАН

142432 г. Черноголовка, пр. академика Семенова, 1, badamsh@icp.ac.ru

В настоящее время ясно, что решение проблемы формирования композитов с кардинально улучшенными свойствами по сравнению с исходными материалами, к тому же при существенном уменьшении степени наполнения, возможно лишь с переходом на новый тип наполнителей, состоящих из частиц нанометровых размеров (1-100 нм), к которым относятся, в частности, фуллерен C_{60} , углеродные нанотрубки (УНТ), графен и графеноподобные структуры. Многочисленные публикации посвящены разработке методов получения этих модификаторов, изучению их свойств и методов введения в полимеры, характера связей компонентов в итоговых композитах и причин изменения структуры и, соответственно, свойств полимерных матриц в результате модифицирования, а также возможных областей применения новых материалов. Такими исследованиями охвачены практически все известные типы полимеров, в том числе и полиуретаны (ПУ). Благодаря разнообразию свойств ПУ, отличающихся природой и длиной сегментов, степенью их кристалличности, молекулярной массой, наличием и густотой сетки или ее отсутствием, они широко используются в качестве лакокрасочных и защитных покрытий, адгезивов, герметиков, изоляторов, прокладок, деталей одежды и обуви, имплантантов и пр. Недавно разработаны материалы на основе ПУ, пригодные для хранения информации и записи индивидуальных программ, которые, как ожидается, найдут свое применение. Однако, несмотря на то, что ПУ являются одним из наиболее востребованных видов полимеров, количество работ по изучению возможности радикального улучшения их свойств с помощью углеродных наночастиц (УНЧ) относительно невелико (на наш взгляд, неоправданно) по сравнению с работами по модифицированию многих других полимеров.

В докладе приводятся результаты поиска методов формирования ПУ композитов с участием фуллерена C_{60} , УНТ, графена и графеноподобных структур для получения функциональных материалов нового поколения; сведения о свойствах и возможных областях их применения, рассматриваются вероятные механизмы воздействия УНЧ на полимерную матрицу, приводящего к улучшению эксплуатационных характеристик ПУ-материалов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ. Проект 12-03-00919-а.

ОСАДИТЕЛЬНАЯ ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ МОНОМЕРОВ С ПОЛИМЕРИЗУЕМЫМ ПРОТИВОИОНОМ

Билибин А.Ю., Щербинина Т.М., Зорин И.М.

Санкт-Петербургский государственный университет, химический факультет

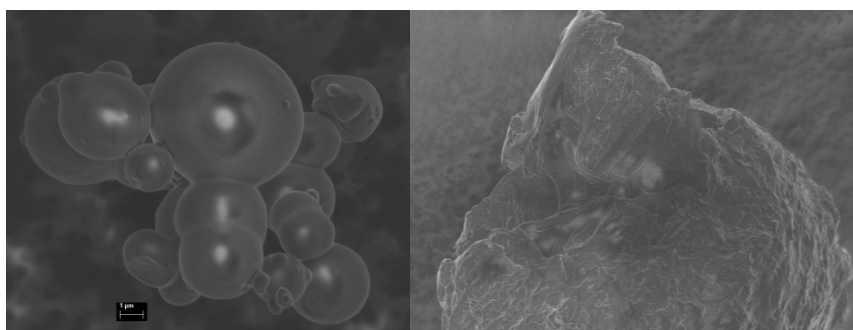
198504 С.-Петербург, г. Петергоф, Университетский пр., 26,

Осадительная свободно-радикальная полимеризация известна давно, но широко использоваться и изучаться она стала только с 90-х годов прошлого века. Традиционно считалось, что при фазовом разделении гомогенной полимеризационной системы и осаждении продукта рост цепи прекращается. Однако ряд примеров, как полимеризация винилхлорида в массе, сопровождающаяся выпадением полимера из собственного растворителя, привлекли внимание к такому процессу. В настоящее время описано и изучено много процессов осадительной полимеризации например, акриловой кислоты в сверхкритической двуокиси углерода.

Нами проведена серия синтезов поли-N-алкиламмоний 2-акриламидо-2-метилпропан сульфокислоты в растворителях различной полярности. Соответствующие мономеры формируют прямые мицеллы в воде и полярных растворителях, обратные в растворителях малой полярности и молекулярные растворы в растворителях промежуточной полярности. Продуктом полимеризации является полиэлектролит коллоидный комплекс.

Было показано, что в смесевом растворителе диоксан-вода полимер выпадает из реакционной смеси во всем диапазоне соотношения компонентов растворителя. Продукты с высокой степенью полимеризации образуются при полимеризации в мицеллярных растворах, в молекулярных растворах молекулярные массы продукта на порядок ниже.

Морфология частиц выпавшего продукта (по данным СЭМ) определяется природой исходных мицелл.



а) в диоксане

б) в воде

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 12-03-00746, 13-03-00474

СИНТЕЗ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОЛИМЕРОВ В УСЛОВИЯХ КОНТРОЛИРУЕМОЙ РАДИКАЛЬНОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ С УЧАСТИЕМ МЕТАЛЛОКОМПЛЕКСОВ

Гришин Д.Ф.

Нижегородский государственный университет им.Н.И.Лобачевского

603950 Нижний Новгород, пр.Гагарина, 23, корп.5. E-mail: grishin@ichem.unn.ru

В последние годы интерес к контролируемой радикальной полимеризации (КРП) как наиболее эффективному методу синтеза макромолекул со специальной архитектурой и заданными физико-химическими свойствами неуклонно возрастает. Среди методов КРП особое место занимает синтез функциональных полимеров с использованием соединений металлов, включая металлокомплексы. В первую очередь, это процессы, связанные с использованием соединений переходных металлов для осуществления реакции переноса атома (в англоязычной литературе – Atom Transfer Radical Polymerization). Другое активно развиваемое направление, основанное на применении комплексов металлов в контролируемом синтезе полимеров, - Organometallic Mediated Radical Polymerization (OMRP). Как правило, в случае OMRP имеет место обратимое взаимодействие растущего макрорадикала с металлокомплексом. В ряде случаев эти процессы сопровождаются одноэлектронным переносом или обратимой передачей цепи в результате миграции водорода или другого атома (функциональной группы).

В докладе проанализированы наиболее эффективные каталитические системы на основе комплексов ряда переходных и непереходных металлов, которые нашли применение в синтезе функциональных полимеров, включая полиакрилонитрил и поливинилхлорид и их сополимеры, полистирол и поли(мет)акрилаты, а также ди- и три-блокополимеры. Рассмотрены эффективные каталитические системы для синтеза усиленных фоторезистов, флуоресцентных полимерных материалов и других функциональных полимеров с заданным комплексом свойств и характеристик. Проанализировано влияние строения металлокомплексов, включая электронную структуру металла и лигандное окружение, на механизм полимеризации, а также эффективность инициирования и регулирования роста цепи. Исследованы оригинальные регуляторы полимеризации, в том числе иниферторы на основе комплексов непереходных металлов с пространственно затрудненными лигандами, способными обратимо акцептировать растущие макрорадикалы.

Автор выражает благодарность Российскому фонду фундаментальных исследований за финансовую поддержку проводимых исследований.

СИНТЕЗ, СТРУКТУРА И УСПЕХИ ПРИМЕНЕНИЯ СВЕРХСШИТЫХ ПОЛИМЕРОВ

**Даванков В.А., Цюрупа М.П., Павлова Л.Ф., Пастухов А.В.,
Блинникова З.К.**

*Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН
119991 Москва, davank@ineos.ac.ru*

Термин «сверхсшитый полимер» относится к жестким полимерным сеткам, полученным в присутствии значительных количеств термодинамически хорошего растворителя без микрофазового распада исходной гомогенной системы. К сверхсшитым сеткам приводят как процессы полимеризации или поликонденсации в растворах полифункциональных мономеров, так и процессы межмолекулярной сшивки растворенных полимеров или сильно набухших гелей полифункциональными сшивающими агентами. Для сверхсшитых сеток приходится применять особый способ обозначения степени сшивки, которая может многократно превышать 100 %, если каждое мономерное звено участвует в образовании более одного сшивающего мостика. Благодаря высокой жесткости ажурной сетки сверхсшитый полимер сохраняет свою высокую проницаемость для малых молекул и после полного удаления исходного хорошего растворителя или замене его на любую жидкость, в том числе и не имеющую сродства к самому полимеру. Сухой нанопористый полимер значительно увеличивается в объеме при набухании в *любой* жидкости. Громадная удельная поверхность (до 2000 м²/г) и набухание в нерастворителях для линейных аналогов – отличительные признаки сверхсшитых полимеров. Для этих материалов не характерно стеклообразное состояние и они обратимо деформируются даже при отрицательных температурах. Получены сверхсшитые материалы разнообразной химической природы.

Сверхсшитые полистиролы известны с 1970-х годов и около 20 лет производятся промышленностью как универсальные нанопористые сорбенты. Обладая высокой прочностью и легкой регенерируемостью, они вытесняют активированные угли и уже нашли широкое применение для удаления вредных примесей из водных и газовых выбросов, для выделения ценных компонентов и очистки технологических растворов. В аналитической химии и экологии они оказались незаменимыми концентраторами малых примесей как неполярных, так и полярных веществ. Сверхсшитые полистиролы и полидивинилбензол применяются в медицине как уникальные гемосорбенты. Ажурная структура материала открывает широкие возможности для внедрения наноразмерных каталитически активных или магнитных металлов и оксидов.

V.A. Davankov, M.P. Tsyurupa, Hypercrosslinked Polymeric Networks and Adsorbing Materials, Elsevier, 2011

ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ОРГАНОБОРАНОВ И КИСЛОРОДА : ОСОБЕННОСТИ МЕХАНИЗМА И ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

Заремский М.Ю.

Московский Государственный Университет, Москва, Ленинские горы 119991

zaremski@mail.ru

Радикальная полимеризация под действием систем органобораны/кислород известна с конца 50-х годов прошлого века, однако до сих пор её механизм остаётся во многом непонятным. В настоящем докладе обобщены результаты исследований кинетики и механизма радикальной полимеризации, инициированной системами органобораны/кислород и рассмотрены пути её практического применения. Полимеризацию осуществляли путем введения борана в мономер при дозированном количестве кислорода с последующим вакуумированием системы.

Названный процесс отличается чертами, не свойственными обычной радикальной полимеризации: он эффективно протекает при комнатной температуре и ниже, кислород не ингибирует полимеризацию, скорость полимеризации характеризуется переменным порядком по концентрации борана и кислорода, на глубоких конверсиях отсутствует или сильно подавлен типичный для радикальной полимеризации гель-эффект. По ходу реакции растет ММ продукта, как в псевдоживых радикальных процессах, однако ММР полимера широкое или бимодальное.

Изучен механизм и кинетика элементарных актов инициирования и реинициирования полимеризации с помощью ЭПР с применением спиновых ловушек. В соответствии с механизмом полимеризации исследованные системы можно разделить на три группы: псевдоживая полимеризация метакрилатов под действием аммин-триалкилборанов и борацикланов (оба процесса различаются механизмом реинициирования) и неживая сверхбыстрая полимеризация алкилакрилатов и винилацетата.

Показана возможность практического применения рассмотренных процессов для синтеза функциональных полимеров, блок- и привитых сополимеров [1].

1. Бубнов Ю.Н., Заремский М.Ю., Гурский М.Е. Патент РФ № 2461580 . 20.09.2012

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект №11-03-00640а) и ОХНМ РАН (программа № 3)

МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНЫЕ ГИБРИДЫ: КОНТРОЛЬ РАЗМЕРОВ И ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ НАНОЧАСТИЦ В ОБЛУЧЕННЫХ ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТАХ

Зезин А.А.^{1,2}, Фельдман В.И.², Абрамчук С.С.², Зезин С.Б.²

*Институт синтетических полимерных материалов им. Н.С. Ениколопова Российской академии наук, 117393 Москва, ул. Профсоюзная, 70,
Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Ленинские горы, 119991
Москва, aazezin@yandex.ru*

Системы на основе полиэлектролитов получили широкое распространение как стабилизирующие матрицы для наночастиц и шаблоны для получения функциональных материалов различного типа. Ключевой проблемой синтеза металлополимерных нанокомпозитов является управление размерами и пространственным распределением наночастиц. Преимуществами применения ионизирующих излучений для синтеза наночастиц являются возможность контроля образования восстанавливающих продуктов радиолиза и варьирования скорости восстановления ионов металлов и режимов формирования наночастиц в широких пределах. В настоящей работе обсуждаются результаты исследования особенностей образования наноструктур в полиэлектролитных системах различного типа.

Комплексы полиакриловая кислота – полиэтиленимин могут включать относительно большие количества ионов металлов и образуют нерастворимые в водно-органических средах образцы, которые обладают высокой диализной проницаемостью. Уникальная способность матриц интерполиэлектролитных комплексов стабилизировать наночастицы и применение радиационно-химических подходов позволили провести подробные исследования стадий формирования металлических и биметаллических наночастиц и условий, влияющих на их размеры и пространственное распределение в полимерных матрицах. Диффузионные процессы восстанавливающих продуктов и транспорт ионов по полимерной матрице – ключевые условия формирования металлических наночастиц при облучении пленок в водно-органической среде. Установлено, что контроль этих процессов позволяет синтезировать гибридные материалы различной структуры. Понимание механизмов формирования наночастиц, в условиях нахождения ионов металлов в различном состоянии (в полимерных матрицах, растворах, ассоциатах или суспензиях макромолекул; в лигандом окружении функциональных групп макромолекул или несвязанном состоянии) представляет принципиальный интерес для синтеза наногибридов заданной структуры. Для получения металлополимерных наногибридов варьруемой архитектуры использовали растворы и суспензии макромолекул с азотсодержащими и карбоксилатными лигандами, растворы и мицеллярные растворы сополимеров. В этих работах основной упор был сделан на исследования влияния организации полимерных систем и состояния ионов металлов на механизмы сборки металлических наноструктур. Высокие радиационно-химические выходы восстановления ионов металлов позволяют говорить о перспективах использования систем на основе полиэлектролитов для разработки методов получения нанокомпозитов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (код проекта 12-03-00762-а).

ФОРМИРОВАНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ ЦЕПИ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ СОПОЛИИМИДОВ МЕТОДОМ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ ПОЛИКОНДЕНСАЦИИ

Кузнецов А.А.¹, Каминский В.А.²

¹ФГБУН Институт синтетических полимерных материалов им. Н.С.Ениколопова РАН

Москва, Профсоюзная, 70, kuznets@ispm.ru

²Московский Государственный Горный Университет

На основании имеющихся литературных и собственных данных по механизму высокотемпературной поликонденсации (ВТПК) предложена и проанализирована обобщенная схема процесса формирования цепи при синтезе сополиимидов (СПИ) методом ВТПК из смеси двух симметричных диаминов (А и В) и диангидрида тетракарбоновой кислоты (С) при разных сценариях загрузки реагентов. Рассмотренная схема включает следующие стадии: 1) ацилирование аминогрупп диаминов А и В диангидридом С с образованием амидокислотных фрагментов АС и ВС (нестабильных диад), 2) распад фрагментов АС и ВС, 3) имидизация фрагментов АС и ВС с образованием стабильных диад (АС)_s и (ВС)_s, 4) распад диад (АС)_s и (ВС)_s. Использовали допущение об одинаковой реакционной способности первой и второй групп в каждом реагенте. Представлен пример решения системы кинетических дифференциальных уравнений (ДУ) методом численного интегрирования. При решении системы ДУ использованы значения кинетических констант, определенные в модельных экспериментах для ряда диаминов и амидокислот [1]. Данный подход удобен при анализе сложных схем реакций, когда нахождение аналитического решения затруднено или невозможно. Результаты получены в виде кривых изменения во времени концентраций групп, диад, триад и коэффициента композиционной неоднородности цепи K_m . В ходе проведенного анализа показано, что: 1) формирование микроструктуры цепи при синтезе СПИ в расплаве бензойной кислоты (БК) описывается в рамках двухстадийной схемы с быстро устанавливающимся равновесием первой стадии и низкой константой равновесия, со слабо выраженной обратимостью второй стадии; 2) при реальных значениях кинетических констант возможен контроль микроструктуры цепи СПИ. Возможность синтеза мультиблочных и статистических СПИ с 5-членными имидными циклами в расплаве БК путем изменения порядка загрузки реагентов подтверждена экспериментально (¹³С ЯМР) в работе [2].

[1] Кузнецов А.А., Цегельская А.Ю., Бузин П.В., Высокомолек. соедин., 2007, **49**, 1895.

[2] Kuznetsov A.A., et. al., High Performance Polymers, 2012, **24**, 58.

Работа поддержана грантом РФФИ 13-03-00915а

УПРАВЛЯЕМЫЙ СИНТЕЗ СОПОЛИМЕРОВ МЕТОДОМ ПСЕВДОЖИВОЙ РАДИКАЛЬНОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ С ОБРАТИМОЙ ПЕРЕДАЧЕЙ ЦЕПИ

Черникова Е.В.¹, Сивцов Е.В.²

¹*Химический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова,*

Москва, Ленинские горы, д.1, стр. 3, E-mail:chernikova_elena@mail.ru

²*Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Санкт-Петербург, Московский пр., 26*

В настоящее время наблюдается возрастающий интерес к полимерным материалам со специальными свойствами; среди них важную роль играют материалы, получаемые на основе синтетических сополимеров. Используя различные синтетические подходы и изменяя химический состав и микроструктуру полимерной цепи, можно контролировать физико-химические и механические свойства расплавов, растворов и смесей сополимеров. Хорошо известно, что в классической радикальной сополимеризации получение композиционно-однородных сополимеров возможно или в азеотропных условиях, или на малых конверсиях в широком интервале составов; при этом полученные сополимеры в любом случае характеризуются широким ММР. При проведении классической радикальной сополимеризации в других условиях обычно наблюдается макрофазовое разделение в образце. В случае использования псевдоживой радикальной полимеризации эту проблему можно преодолеть; кроме того при этом открываются широкие возможности управления структурой образующихся сополимеров и их молекулярно-массовыми характеристиками. Это обстоятельство обуславливает практическую важность разработки научных основ синтеза композиционно-однородных сополимеров разного строения, включая градиентные и статистические, методами псевдоживой радикальной полимеризации с обратимой передачей цепи по механизму присоединения–фрагментации (ОПЦ).

В докладе обсуждаются результаты систематического исследования закономерностей ОПЦ-сополимеризации различных мономерных пар в присутствии разных ОПЦ-агентов. Будет показано, как применять метод бинарной ОПЦ-сополимеризации для синтеза композиционно-однородных статистических и градиентных сополимеров в широком интервале составов мономерной смеси.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (код проекта 11-03-00640).

НОВЫЕ РЕГУЛЯРНЫЕ ПОЛИИМИДНЫЕ ЩЕТКИ С БОКОВЫМИ ЦЕПЯМИ ПОЛИМЕТАКРИЛОВОЙ КИСЛОТЫ: СИНТЕЗ И ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ В КАЧЕСТВЕ НАНОКОНТЕЙНЕРОВ ДЛЯ АГЕНТОВ ФОТОДИНАМИЧЕСКОЙ ТЕРАНОСТИКИ

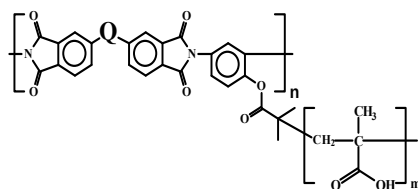
¹Якиманский А.В., ¹Мелешко Т.К., ¹Ильгач Д.М., ¹Богорад Н.Н., ¹Кукаркина Н.В.,
¹Ананьева Т.Д., ²Клапшина Л.Г., ²Лермонтова С.А., ³Балалаева И.В.

¹Институт высокомолекулярных соединений РАН, 199004, СПб, Большой пр., 31.

²Институт металлоорганической химии им. Г.А. Разуваева РАН, 603950 Нижний Новгород, ГСП-445, ул. Тропинина, 49

³Биологический факультет Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского, 603950 Нижний Новгород, ГСП-20, пр. Гагарина, 23/1
 yak@hq.macro.ru

Разработан метод синтеза новых регулярных полимерных щеток полиимид-*graft*-(полиметакриловая кислота)



(Q = -O-(1,3-C₆H₄)-O- или -C(CF₃)₂-),

включающий 1) синтез мультицентровых полиимидных макроинициаторов, 2) контролируемую радикальную полимеризацию *трет*-бутилметакрилата на этих инициаторах по механизму ATRP и 3) протонолиз *трет*-бутильных сложноэфирных групп боковых цепей полученных привитых сополимеров полиимид-*graft*-поли(*трет*-бутилметакрилат). Полученные привитые сополимеры, а также их основные полиимидные и боковые поли(*трет*-бутилметакрилатные) цепи полностью охарактеризованы методом ГПХ. Изучена кинетика роста цепей поли(*трет*-бутилметакрилата) на полиимидных макроинициаторах в условиях ATRP. Доказан контролируемый характер этих ATRP-процессов и регулярная структура полученных полиимидных щеток. Показано, что регулярно привитые сополимеры полиимид-*graft*-(полиметакриловая кислота) могут служить наноконтейнерами для агентов фотодинамической терапии на основе цианопорфиразинов и их Yb(III)-комплексов, обеспечивающими эффективную доставку этих агентов в клетки опухоли.

ТЕРПОЛИМЕРИЗАЦИЯ МОНООКСИДА УГЛЕРОДА С ЭТИЛЕНОМ И ДРУГИМИ СОМОНОМЕРАМИ В ПОЛЯРНЫХ И МАЛОПОЛЯРНЫХ СРЕДАХ

Алферов К.А., Чуканова О.М., Голодков О.Н., Белов Г.П.

142432, Московская обл., Ногинский р-н, г. Черноголовка, просп. Академика Семенова, 1

E-mail: kirill-alpherov@yandex.ru

Сополимеризация монооксида углерода (СО) с мономерами, содержащими двойную связь, обычно проводится на комплексах Pd(II). Образующиеся продукты (поликетоны) содержат карбонильные группы, строго чередующиеся со звеньями использованных непредельных сомономеров. Такое строение получаемых сополимеров определяет их уникальный набор свойств и дает возможность получать широкую гамму других продуктов за счет проведения реакций по C=O группам.

В подавляющем большинстве работ приводятся результаты исследований синтеза поликетонов в полярных средах (CH₃OH, CH₂Cl₂, ТГФ и др.), растворяющих катализатор. Применение нанесенных катализаторов позволило нам проводить процессы сополимеризации в малополярных углеводородных средах (толуол, гептан), широко используемых в промышленном производстве полиолефинов. В докладе приводятся результаты изучения тройной сополимеризации СО с этиленом и α-олефинами (пропилен, бутен-1, гексен-1) или стиролом, а также двойной сополимеризации СО с циклическими сомономерами (норборнен, 5-винил-2-норборнен, дициклопентадиен) в присутствии комплексов [Pd(L-L)(TsO)₂] (L-L – бидентатный лиганд, TsO – *n*-толуолсульфонат), нанесенных на чередующийся сополимер СО с этиленом, а также приготовленных *in situ*. Для этих реакций представлены данные о влиянии условий процесса (температура, давление, соотношение сомономеров, среда) на производительность катализаторов, состав и молекулярную массу продуктов. Наши исследования показывают, что применение нанесенных катализаторов может быть перспективным, поскольку их производительность сравнима с производительностью известных гомогенных каталитических систем.

Кроме того нами начата работа по изучению химической модификации поликетонов. Реакцией гидроксиламина с сополимерами монооксида углерода с α-олефинами получены полиоксимы, в цепи которых кетоксимные группы чередуются с олефиновыми фрагментами.

Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований (гранты № 11-03-00119 и 12-03-0265)

ЖИДКОФАЗНАЯ АНИОННАЯ ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ – НОВОЕ ЯВЛЕНИЕ В ХИМИИ [60]ФУЛЛЕРЕНА

Атовмян Е.Г., Грищук А.А., Федотова Т.Н., Эстрин Я.И.

Институт проблем химической физики РАН, 142432 г.Черноголовка, проспект академика

Н.Н. Семенова д. 1, e-mail: atovmyan@icp.ac.ru

Полимеры фуллерена можно разделить на два типа по характеру связи между молекулами C_{60} . К первому типу относятся полимеры, образующиеся по механизму [2+2] циклоприсоединения, когда две двойные связи соседних молекул разрываются и образуют циклобутановую структуру. В докладе такие полимеры не рассматриваются, т.к. способы их синтеза, структура и свойства описаны в многочисленных оригинальных работах и литературных обзорах.

Ко второму типу относятся полимеры, в которых молекулы C_{60} связаны одной одинарной связью С-С. Сведения об их синтезе, а тем более свойствах, практически отсутствуют. Правда, есть сообщения о том, что при синтезе некоторых производных фуллерена образуются димеры с одной связью С-С между фуллереновыми ядрами. Известно также, что полимеры второго типа могут образовываться в условиях, типичных для радикальной полимеризации виниловых мономеров.

При исследовании реакции присоединения бутиллития ($BuLi$) к C_{60} было обнаружено новое явление: полимеризация фуллерена под действием литийалканов – типичных инициаторов анионной полимеризации виниловых мономеров. Выявлены особенности этого процесса, обусловленные строением и реакционной способностью молекулы C_{60} .

Известно, что из 30-ти двойных связей в молекуле C_{60} только 6 участвуют в реакции с присоединения $BuLi$.

Нами установлено: (1) – молекулы C_{60} способны вступать в реакцию полимеризации только после того, как к ним присоединилась хотя бы одна молекула $BuLi$; (2) – скорость полимеризации сопоставима со скоростью присоединения $BuLi$; (3) – роль $BuLi$ двоякая: первое присоединение к молекуле C_{60} активирует ее, т.е. делает способной к полимеризации, а последующие присоединения $BuLi$ к реакционноспособным двойным связям препятствуют полимеризации. Обнаружено различие во влиянии изомеров $BuLi$ (первичный, вторичный, третичный) на молекулярно-массовые характеристики образующихся полимеров, что позволяет получать продукты заданной степени полимеризации.

КЛЮЧЕВЫЕ РЕАКЦИИ В ПОЛИМЕРИЗАЦИИ КОНТРОЛИРУЕМОЙ НИТРОКСИЛЬНЫМИ РАДИКАЛАМИ И НОВЫЕ ПОДХОДЫ К СИНТЕЗУ ПОЛИМЕРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ pH-ПЕРЕКЛЮЧАЕМОГО ГОМОЛИЗА АЛКОКСИАМИНОВ

Багрянская Е.Г.¹, Кирилюк И.А.¹, Еделева М.В.², Пархоменко Д.А.², Marque S.R.³

1 - Новосибирский Институт Органической Химии СО РАН им. Н.Н.Ворожцова, Новосибирск, Россия

2 - Международный Томографический Центр СО РАН, Новосибирск, Россия

*3 - Aix-Marseille Universite, CNRS, UMR-7273, ICR, Marseille Cedex 20, France
egbagryanskaya@nioch.nsc.ru*

Радикальная контролируемая «живая» полимеризация (КРП) является новым методом позволяющим получать высококачественные полимеры с заданной структурой и молекулярной массой [1]. Ключевыми реакциями КРП являются реакция гомолиза алкоксиаминов, рекомбинация нитроксильных и алкильных радикалов, реакция продолжения цепи и побочные реакции (реакция переноса атома водорода и т.д.). В докладе приведены результаты исследования механизмов ключевых реакций в полимеризации, контролируемой нитроксильными радикалами [2-10]. Рассмотрены основные факторы, определяющие реакции между органическими С-центрированными радикалами и нитроксильными радикалами, методы исследования механизмов этих реакций и измерения их скоростей. Обсуждается предложенный нами новый подход к синтезу полимеров, основанный на использовании алкоксиаминов, содержащих протонируемые группы [7,8]. Нами было синтезировано ряд алкоксиаминов на основе pH-чувствительных нитроксильных радикалов имидазолинового типа [7], а так же алкоксиамины на основе нитроксильного радикала SG1 с протонируемой пиридиновой группой в алкильном фрагменте [8] и изучено влияние реакции протонирования на обратимый гомолиз методами ¹H и ³¹P ЯМР спектроскопии и лазерного импульсного фотолиза. Методами теории функционала плотности (DFT) был исследован механизм влияния протонирования алкоксиаминов на скорость их гомолиза и реакцию переноса атома водорода [9]. Эффективность предложенного подхода была продемонстрирована на примере полимеризации стирола и гидрофильных мономеров: акриламида и 4-стиролсульфоната натрия.

Работа выполнена при поддержке РФФИ 12-03-01042 и Министерства образования и науки Российской Федерации, проект № 8456.

1. D. Bertin, D. Gigmes, S. R. A. Marque, P. Tordo, Chem. Soc. Rev., 2011, 40, 2189-2198.
2. E.G.Bagryanskaya, S. R. A. Marque, Chem.Rev. 2013, in press.
3. M. Edeleva, S. R. A. Marque, D. Bertin, D. Gigmes, Y. Guillaneuf, S. V. Morozov, E. G. Bagryanskaya, J. Polym. Sci.: Polym. Chem.: Part A, 2008, 46, 6828-6842.
4. M. V. Edeleva, I. A. Kirilyuk, S. R. A. Marque, D.Gigmes, Y. Guillaneuf, E. G. Bagryanskaya, J. Polym. Sci. Polym. Chem.: Part A, 2009, 47, 23, 6579-6595.
5. M. Edeleva, S. R. A. Marque, D. Bertin, D. Gigmes, Y. Guillaneuf, E. Bagryanskaya, Polymers, 2010, 2, 364-377.
6. Edeleva, S. R. A. Marque, K.Kabytaev, Y. Guillaneuf, E. D. Gigmes, E. Bagryanskaya, J. Polym. Science Part A: Polym. Chem., 51, 2013, 1323-1336
7. Edeleva, M.; Kirilyuk, I. A.; Zhurko, I. F.; Parkhomenko, D. A.; Tsentalovich, Y. P.; Bagryanskaya, E. G. J. Org. Chem. 2012, 76, 5558 – 5573.
8. Bagryanskaya E. et.al. Macromol. Rapid Comm. 33,2012, 152-157.
9. D. Parkhomenko, E. G. Bagryanskaya, et.al. Phys.Chem. Chem. Phys., 2013,15, 13862
10. Bagryanskaya, E. G., Marque, S. R. A., Tsentalovich Y. P.. J. Org. Chem. 77, 11, 4996-5002.

ХИМИЧЕСКАЯ МОДИФИКАЦИЯ АЛИФАТИЧЕСКИХ ПОЛИКЕТОНОВ

Голодков О.Н., Белов Г.П.

Институт проблем химической физики РАН, г. Черноголовка, Московская обл., д.1

E-mail: gbelov@cat.icp.ac.ru

Впервые возможность эффективного синтеза алифатических поликетон (ПОК) (чередующихся сополимеров монооксида углерода с олефинами) была показана практически одновременно в голландском филиале фирмы Шелл и в ИПХФ РАН в середине 80-х годов прошлого века¹⁻³ и они характеризуются: высокой температурой плавления (260⁰С), высокими прочностными и адгезионными свойствами, что позволяет использовать их при получении композиционных материалов без предварительного аппретирования наполнителя, практически отсутствием крипа, высокой хемостойкостью, являются экологически чистыми (подвергаются био- и фотодеструкции) и биосовместимыми, получают из промышленных многотоннажных мономеров (монооксида углерода и олефинов: этилена и пропилена).

Путем химической модификацией ПОКов могут быть получены новые функционализированные олигомеры и полимеры (полиамины, полиспирты и др.) с чередующейся по цепи функциональной группой, получить которые невозможно другими методами и свойства которых еще не изучены. Нами разработан способ получения полиоксимов - соединений, макромолекулы которых содержат чередующуюся по цепи, активную оксимную группу = N – OH, путем реакции двойных и тройных сополимеров ПОК с гидроксиламином. Методами ¹H и ¹³C ЯМР и ИК-спектроскопии, дифференциальной сканирующей калориметрии и термогравиметрии, рентгеновская спектроскопии (на больших углах) изучена структура и свойства полиоксимов.

Работа поддержана грантом РФФИ № 12-03-00265

1. E.Drent, P.H.P.Budzelaar. Chem. Rev. 1996. V.96. №2. P.663.
2. Г.П.Белов. Высокомогл. соед. 1998. Т.40-Б. №3. С.503-517.
3. Г.П. Белов, Е.В. Новикова. Успехи химии. 2004.Т.73, №3, стр.292-319.

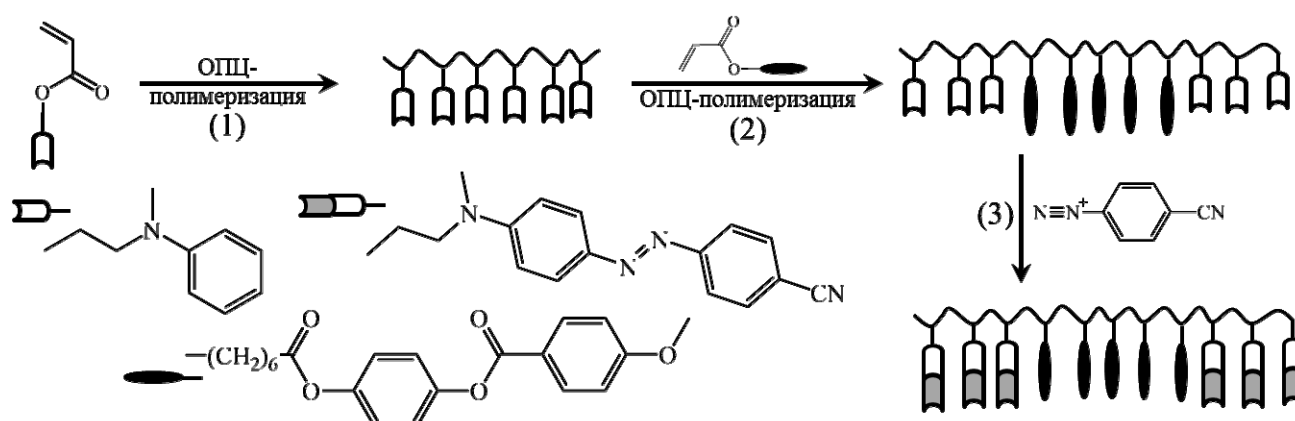
ДИЗАЙН И СИНТЕЗ ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ФОТОХРОМНЫХ ТРИБЛОК-СОПОЛИМЕРОВ

Бугаков М.А., Бойко Н.И., Черникова Е.В., Шibaев В.П.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Химический факультет, Москва, Россия, E-mail: bugakov.ru@mail.ru

На сегодняшний день значительное внимание уделяется синтезу и исследованию свойств жидкокристаллических (ЖК) фоточувствительных блок-сополимеров, способных к перестроению своей супрамолекулярной структуры под воздействием электромагнитных полей, что приводит к резкому изменению их физико-химических свойств, включая оптические характеристики. Поскольку такие полимеры могут быть основой для новых материалов, применяемых в оптике и голографии, их синтез является актуальной задачей.

В работе предложен подход к макромолекулярному дизайну фоточувствительных азобензолсодержащих симметричных полностью ЖК триблок-сополимеров акрилового ряда различной молекулярной массы, основанный на методе псевдоживой радикальной полимеризации с обратимой передачей цепи по механизму присоединение-фрагментация (ОПЦ-полимеризация) (1, 2), с последующим проведением полимераналогичной реакции азосочетания(3)¹:



Данный подход позволил расширить возможности метода псевдоживой радикальной полимеризации, исключив ингибирование растущих цепей азобензольными фрагментами и синтезировать фоточувствительные гомополимеры различной степени полимеризации и ЖК триблок-сополимеры различного состава (5% и 20% в пересчете на азобензольные фрагменты) с невысокой полидисперсностью ($M_w/M_n = 1.2-1.6$). Найдены оптимальные условия контролируемого синтеза гомо- и блок-сополимеров, изучена кинетика псевдоживой радикальной полимеризации, доказано симметричное строение триблок-сополимеров. Методом ^1H ЯМР-спектроскопии доказано, что при проведении полимераналогичной реакции (3) степень замещения анилиновых фрагментов в блок-сополимерах составила 100%.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (№ 12-03-00480-а).

¹ Бугаков М.А., Бойко Н.И., Черникова Е.В., Шibaев В.П. // Высok. Соед., Серия Б, 2013, т. 55, № 5, с. 591–600.

КОНТРОЛИРУЕМАЯ РАДИКАЛЬНАЯ СОПОЛИМЕРИЗАЦИЯ N-ВИНИЛПИРРОЛИДОНА С ТРЕТ-БУТИЛМЕТАКРИЛАТОМ В ПРИСУТСТВИИ АГЕНТОВ ОБРАТИМОЙ ПЕРЕДАЧИ ЦЕПИ

Васильева Е.В., Зайцев С.Д., Копылова Н.А., Семчиков Ю.Д.

*Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, 603950, г. Нижний Новгород, пр-т Гагарина, д.23, конр. 5
e-mail: vasilyeva8ekaterina@yandex.ru*

Контролируемая радикальная (со)полимеризация по методу обратимой передачи цепи (ОПЦ) является удобным и доступным методом синтеза широкого круга мономеров для получения новых (со)полимеров с определенным набором свойств: низкой полидисперсностью, заданной молекулярной массой и различной структурой (блок-, звездообразные, градиентные сополимеры).

В работе изучена сополимеризация N-винилпирролидона (ВПД) с трет-бутилметакрилатом (тБМА) в присутствии ОПЦ агентов – О-этилксантилметилбензола и 2-цианопропан-2-ил додецил тритиокарбоната. Значения констант сополимеризации этой мономерной пары различаются на три порядка, и их сополимеры полученные в контролируемом режиме могут иметь градиентную структуру. Сополимеризацию проводили при различном содержании тБМА в мономерной смеси и широком интервале концентрации ОПЦ агентов, при 80°С.

Анализ молекулярно-массовых характеристик полученных сополимеров показал, что в присутствии исследуемых ОПЦ агентов наблюдается линейный рост среднечисловой молекулярной массы с конверсией, при этом значения коэффициента полидисперсности на глубоких конверсиях составляло 1,3-1,4, что свидетельствует о протекания сополимеризации в контролируемом режиме. Установлено, что с ростом конверсии происходит обогащение сополимеров неактивным мономером – ВПД. Изучение поверхностно-активных свойств сополимеров на границе раздела вода-воздух показало, что композиционно однородные сополимеры, полученные ОПЦ-сополимеризацией, образуют монослои с меньшей удельной площадью макромолекул, чем сополимеры, полученные в условиях обычной радикальной сополимеризации. Такие результаты свидетельствуют об образовании градиентных сополимеров в данной системе.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (№ проекта 11-03-00782-а)

АМФИФИЛЬНЫЕ МУЛЬТИБЛОК-СОПОЛИМЕРЫ: СИНТЕЗ И СВОЙСТВА

Вишневецкий Д.В.¹, Черникова Е.В.¹, Плуталова А.В.¹, Сивцов Е.В.²

¹*Химический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Ленинские Горы, д. 1, стр. 3*
rickashet@yandex.ru

²*Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Санкт-Петербург, Московский пр., 26*

В настоящее время возрастает значительный интерес к полимерным материалам со специальными свойствами. Особое место среди них занимают блок-сополимеры, включая амфифильные, которые в зависимости от химической природы составляющих их блоков нашли широкое применение в различных областях техники и медицины. Литературные данные, связанные с синтезом блок-сополимеров и изучением их свойств в основном охватывают узкий круг узкодисперсных ди- и триблок-сополимеров, полученных по живому анионному механизму. Информация о синтезе блок-сополимеров с количеством блоков более чем три с помощью других методов живой полимеризации практически отсутствует.

Целью настоящей работы является разработка подхода для получения узкодисперсных амфифильных мультиблок-сополимеров с заданной фиксированной длиной блоков, их разной химической природой и различной последовательностью соединения в цепи, изучение их физико-химических свойств. Для получения мультиблок-сополимеров был использован метод псевдоживой радикальной полимеризации по механизму обратимой передачи цепи (ОПЦ) с использованием монофункциональных и бифункциональных ОПЦ-агентов.

Исследовано влияние природы мономера и бифункционального ОПЦ-агента на закономерности образования макромолекул. На основании полученных данных были синтезированы три- и пентаблок-сополимеры, содержащие блоки поли(*n*-бутилакрилата), поли(*трет*-бутилакрилата), полистирола или поли(4-винилпиридина) с фиксированной длиной блоков и разной последовательностью их соединения в цепи и изучен механизм их блок-сополимеризации. Полученные продукты были охарактеризованы методами ГПХ, ИК и ЯМР-спектроскопии.

Синтезированные блок-сополимеры были подвергнуты кислотному гидролизу и поли(*трет*-бутилакрилатные) блоки модифицированы в блоки полиакриловой кислоты. Исследованы термостабильность полученных продуктов и их самоорганизация в различных растворителях.

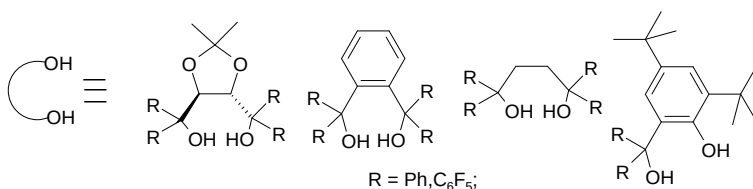
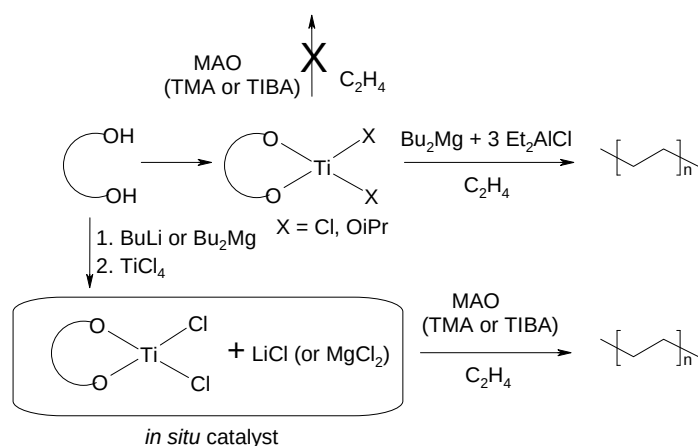
Работа выполнена при финансовой поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований (11-03-00640).

КОМПЛЕКСЫ ХЛОРИДА ТИТАНА(+4) ЛИГАНДАМИ ОО-ТИПА В ПОЛИМЕРИЗАЦИИ ОЛЕФИНОВ: ПРОМОТИРУЮЩАЯ РОЛЬ ХЛОРИДОВ ЛИТИЯ И МАГНИЯ

Гагиева С.Ч., Тускаев В.А.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Химический факультет, 119991, Москва, Ленинские Горы, д.1, стр.3, sgagieva@yandex.ru

При изучении дихлоридных и диалкоксидных комплексов титана(+4), стабилизированных лигандами ОО-типа, выявлена способность галогенидов непереходных металлов (лития или магния) потенцировать каталитическую активность в реакциях полимеризации этилена. Координационные соединения $Ti(+4)$, выделенные в чистом виде, проявляют максимальную каталитическую активность только в присутствии магнийсодержащего активатора (3 ДЭАХ/ Bu_2Mg). Близкие по составу системы, полученные *in-situ* взаимодействием депротонированных литий- или магнийорганическими соединениями лигандов с тетрахлоридом титана, при взаимодействии с классическими активаторами, (MAO, TMA или ТИБА) не уступают по активности вышеупомянутым системам.



Полимеры, полученные на обоих типах каталитических систем близки по свойствам, что свидетельствует о сходной природе активных центров. Рассматриваются различные предположения о причинах промотирующей роли хлоридов лития и магния.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований (гранты 11-03-00297-а, 12-03-00511-а и 11-03-12172-офи-м, ГК МН 8459).

РЕГИОСЕЛЕКТИВНО ФУНКЦИОНАЛИЗИРОВАННЫЕ МЕТАКРИЛАТНЫЕ ОЛИГОМЕРЫ

Гриднев А.А., Иттел С.Д., Мельников В.П.

ИХФ РАН. Москва, РФ. gridnev@center.chph.ras.ru

Катализ передачи цепи на мономер при радикальной полимеризации (КПЦ), позволяет коммерчески привлекательно получать олигомеры с концевой двойной связью. В последнее время вызывают интерес подходы к химической модификации этих концевых двойных связей, пути перевода их в другие функциональные группы.

Проведенные исследования показали широкие возможности преобразования двойных связей метакрилатных олигомеров в концевые эпоксидные, альдегидные и ангидридные группы. Особенно привлекательна их способность участвовать в реакции присоединения по Михаэлису. Показано, что для реакции присоединения алифатических аминов и тиолов по концевой двойной связи олигометакрилатов характерны высокие селективность и выход. Аминогруппа в таких аминированных олигомерах сохраняет высокую реакционную способность.

ПОЛУЧЕНИЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ И ИСКУССТВЕННЫХ КАРБОКСИЛСОДЕРЖАЩИХ ЛАТЕКСОВ С ГЕТЕРОГЕННОЙ СТРУКТУРОЙ ЧАСТИЦ

Гринфельд Е.А., Хватова Л.К.

Воронежский филиал ФГУП «НИИСК», latexes@mail.ru

По структуре (морфологии) полимерных глобул все дисперсии можно разделить на простые (гомоглобулярные) и композиционные (гетероглобулярные).

Глобулы простых дисперсий приблизительно гомогенны по составу и молекулярной массе (состоят из макромолекул одного полимера). Простые латексы являются основным по объему производства и широте ассортимента видом полимерных дисперсий и широко используются в различных отраслях.

Обычно для придания латексным изделиям комплекса свойств, который не может быть обеспечен при использовании простых латексов, применяют либо их смеси, либо послойную технологию нанесения разных латексных полимеров. Однако использование смесей разных латексов (или их послойное нанесение) может быть сопряжено с рядом трудностей. В отличие от смесей простых латексов гетероглобулярные латексы обладают композиционной неоднородностью на внутриглобулярном уровне. Обычно, для получения частиц со сложной и разнообразной морфологией используются различные варианты затравочной полимеризации.

В данном сообщении рассматриваются гетероглобулярные латексы со структурой частиц типа «ядро-оболочка», получаемые:

- затравочной полимеризацией различных мономеров на карбоксилсодержащих частицах;
- химической соагломерацией частиц адсорбционно-ненасыщенных латексов;
- эмульгированием растворов неэмульсионных полимеров в присутствии карбоксилированных полимеров с последующей отгонкой растворителя и концентрированием искусственного латекса.

В ходе исследований была разработана серия карбоксилсодержащих латексов с различным составом сополимера ядра частиц. Производство ряда гетерополимерных латексов освоено опытным заводом Воронежского филиала ФГУП «НИИСК» и ОАО «Воронежсинтезкаучук».

ЭФФЕКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ МЕТАЛЛАКАРБОРАНОВ ДЛЯ КОНТРОЛИРУЕМОГО СИНТЕЗА ПОЛИМЕРОВ

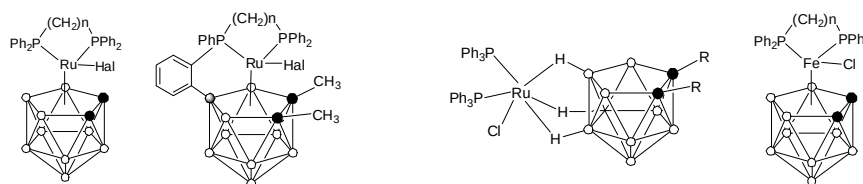
Гришин И.Д.^а, Чижевский И.Т.^б, Гришин Д.Ф.^а

^а Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского, 603950 Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23

^б Институт элементоорганических соединений им. А.Н.Несмеянова
Российской Академии наук, 119991, Москва, ул. Вавилова, 28
grishin_i@ichem.unn.ru

Контролируемая радикальная полимеризация является эффективным способом целенаправленного получения гомо- и сополимеров полимеров с заданными молекулярно-массовыми характеристиками и необходимой функциональностью. Одним из вариантов практической реализации отмеченного способа является проведение контролируемой радикальной полимеризации по механизму с переносом атома (Atom Transfer Radical Polymerization - ATRP).

В качестве катализаторов данного процесса нами предложено использовать ряд карборановых кластеров рутения и железа с хелатными дифосфиновыми лигандами.



Установлено, что карборановые комплексы рутения являются эффективными катализаторами полимеризации, приводящим к образованию полимеров с узким молекулярно-массовым распределением ($M_n/M_w \sim 1.2$). Причем введение добавок аминов дает возможность увеличить скорость процесса на два порядка при сохранении контролируемого характера полимеризации и высокой конверсии, а также позволяет существенно снизить концентрацию катализатора. Разработанные системы оказались эффективны как при гомополимеризации метилметакрилата и стирола, так и при получении функциональных блок-сополимеров.

Проанализировано влияние строения карборанового, дифосфинового лигандов и природы атома галогена на протекание процесса и свойства полученных полимеров. Установлены корреляции между эффективностью катализатора, его строением и потенциалом окисления в электрохимической ячейке. Показано, что карборановые комплексы железа менее эффективны в качестве катализаторов контролируемой радикальной полимеризации по сравнению с рутенийсодержащими аналогами.

Работа выполнена при поддержке Гранта Президента Российской Федерации (Проект № МК-391.2013.3)

ПОЛИКОНДЕНСАЦИЯ ДИОРГАНОДИАЛКОКСИСИЛАНОВ В АКТИВНОЙ СРЕДЕ – БЕСХЛОРНЫЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛИДИОРГАНОСИЛОКСАНОВ

**Калинина А.А., Василенко Н.Г., Демченко Н.В., Демченко А.И., Стороженко П.А.,
Музафаров А.М.**

*Институт синтетических полимерных материалов им. Н.С. Ениколопова РАН
kalinina@ispm.ru*

Полидиорганосилоксаны являются крупнейшим классом кремнийорганических соединений, широко применяющимся в различных областях промышленности и в быту. В качестве исходных мономеров для синтеза полидиорганосилоксанов в промышленности в настоящее время используются органохлорсиланы. Превращение хлорсиланов в полимерные соединения трудоемко, энергоемко и сопровождается образованием большого количества агрессивных, плохо утилизируемых отходов. В последнее время наметилась тенденция по созданию новых методов получения кремнийорганических продуктов, использующих в качестве исходных реагентов органоалкоксисиланы вместо органохлорсиланов. Ранее в ИСПМ РАН была разработана концепция поликонденсации органоалкоксисиланов в активной среде, представляющей собой избыток уксусной кислоты. Перспективы нового метода получения циклолинейных и полициклических структур уже достаточно очевидны, в то время как возможности его использования для получения линейных и циклических полидиорганосилоксанов практически не изучены.

Целью данной работы являлось исследование поликонденсации диорганодиалкоксисиланов в активной среде, представляющей собой безводную уксусную кислоту, и изучение возможности регулирования процесса для селективного получения линейных или циклических продуктов.

В докладе будут представлены результаты исследования и продемонстрированы возможности исследуемого метода для получения основной номенклатуры циклосилоксанов, а также линейных гомо- и со-полимеров.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (№-13-03-01071- а), РФФИ (№-13-03-12239- офи_м), РФФИ (№-13-03-12267- офи_м), РФФИ (№-14-03-31102- мол_а).

ПОЛИАЗИНЫ: НОВЫЙ КЛАСС ЭЛЕКТРОАКТИВНЫХ ПОЛИМЕРОВ

Карякин А.А.

Химический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва. aak@analyt.chem.msu.ru

Электрополимеризация – электрохимический синтез полимеров, как правило, на поверхности электронных проводников за счет электрической энергии (прикладываемого потенциала или пропускаемого тока). Зависимость от последней обеспечивает одно из бесспорных преимуществ электрополимеризации – адресность синтеза. Действительно, экспонируя даже сложную конструкцию в раствор мономеров, удастся обеспечить проведение синтеза только в тех местах, куда подведен соответствующий электрохимический потенциал. Кроме того, электрополимеризация позволяет контролировать рост покрытия в процессе синтеза и тонко управлять как молекулярной структурой полимера, так и морфологией получаемых пленок.

Электрохимическое окисление азинов (метиленового голубого, нейтрального красного, бриллиантового крезолового синего и др.) приводит к образованию катион-радикала, вызывающего рост электроактивного покрытия [1]. Получаемые покрытия являются электроактивными и стабильными в водных растворах. Отличием полиазинов от проводящих полимеров, также получаемых путем электрополимеризации (полипиррол, полианилин, политиофен) является (а) наличие в полимере двух типов электроактивности: как полимерной, так и присущей мономеру, а также (б) ускорение скорости роста полимера в нейтральных и слабощелочных растворах по сравнению с традиционно применяемыми кислыми средами [1].

Интерес к электрополимеризации азинов обусловлен не только фундаментальными соображениями, но уникальными электрокаталитическими свойствами получаемых полимеров. Так в отличие от всех ранее известных катализаторов, при помощи полимерного нейтрального красного удалось осуществить обратимую электрохимическую конверсию наиболее низкопотенциального и наиболее распространенного (для > 500 ферментов) медиатора в природе ($\text{NAD}^+|\text{NADH}$) [2]. Полиазины известны и как промоторы ориентации ферментов для достижения высокоэффективного биоэлектрокатализа [3].

Литература.

1. A.A. Karyakin, E.E. Karyakina, H.-L. Schmidt. Electropolymerized azines: a new group of electroactive polymers. *Electroanalysis* **11** (1999)149-55.
2. A.A. Karyakin, Y.N. Ivanova, E.E. Karyakina. *Electrochem. Commun.* **5** (2003) 677-80.
3. A.A. Karyakin, D.V. Vinogradova, et. al. *Electrochim. Acta* **55** (2010) 7696-700.

ПОДХОДЫ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕТРАЗОЛСОДЕРЖАЩИХ СЕТЧАТЫХ ПОЛИМЕРОВ

Кижняев В.Н., Покатилов Ф.А., Петрова Т.Л.

Иркутский государственный университет. 664003, Иркутск, ул. К. Маркса, 1

kizhnyaev@chem.isu.ru

Высокомолекулярные соединения, содержащие в своей структуре N-H незамещенные тетразольные циклы, проявляют свойства полимерных кислот и в ионизованном состоянии неограниченно смешиваются с водой. При формировании сетчатой структуры подобные полимеры приобретают свойство ограниченно набухать в воде (коэффициент набухания может достигать 1000), образуя прозрачные, относительно механически прочные гидрогели. Проявляя свойства полиэлектролитных гелей, тетразолсодержащие гелеобразные системы способны реагировать на изменение различных внешних факторов (температуры, pH или ионной силы среды). В настоящей работе рассмотрены некоторые аспекты синтеза сетчатых тетразолсодержащих полимеров, процессов формирования гидрогелевых систем и возможности их использования в качестве матрицы при получении наноразмерных частиц различных металлов.

Для формирования сетчатой структуры тетразолсодержащих полимеров использованы как полимеризационные, так и модификационные методы – гомо- и сополимеризация 5-винилтетразола с N-винилкапролактамом, N-винилимидазолом в присутствии дивинильного сшивающего агента и «сшивки» готовых (со)полимеров ВТ различными полифункциональными соединениями мономерной (дигалогеналканы), олигомерной (эпоксидная смола) и полимерной (поливинилхлорид и оксирансодержащие сополимеры) природы. Во всех случаях были получены образцы тетразолсодержащих полимеров, которые в ионизованном состоянии ограниченно набухают в воде с коэффициентами набухания, зависящими от степени «сшивки», природы сшивающего агента и различных внешних факторов.

Гидрогели в водной среде легко подвергаются насыщению солями меди (2+), никеля (2+), палладия (2+) и др. Ионы металлов в матрице гидрогеля легко восстанавливаются под действием NaBH_4 до металлического наноразмерного состояния, но при стоянии в открытом сосуде под слоем воды, также, быстро окисляются до первоначального состояния. Таким образом, процесс восстановления и окисления можно проводить многократно, при этом свойства полимерной гидрогелевой матрицы не изменяются.

РАДИАЦИОННО-ХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕЛОМЕРОВ ТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА

Кириухин Д.П.

ФГБУН Институт проблем химической физики Российской академии наук,

142432 Московская обл., г. Черноголовка, проспект Академика Семенова, 1

E-mail: kir@icp.ac.ru

Обобщены результаты систематических исследований по радиационно-химическому синтезу растворов теломеров тетрафторэтилена, рассмотрены их свойства и перспективы применения. С использованием растворителей различной природы и реакционной способности: ацетон, этилацетат, хлорсодержащие (хлористый бутил, четыреххлористый углерод, хлороформ, хлористый метилен), фторсодержащие (дибромтетрафторэтан, трифтортрихлорэтан, гексафторизопропанол, пентафторхлорбензол, гексафторбензол, перфторксилол и др.) получены фторсодержащие теломеры $R_1-(C_2F_4)_n-R_2$ с различными функциональными концевыми группами R_1 , R_2 (C_4H_9 , C_4H_8Cl , CH_2Cl , $CHCl_2$, Cl , H , CH_3 , $COCH_3$, CH_2COCH_3 , Br , C_6H_5 , C_6F_5 , CF_3CCl_2 и др.). Свойства и возможности практического применения, полученных теломеров определяются длиной тетрафторэтиленового блока n и природой концевых групп R_1 и R_2 . В результате проведенных исследований разработана общая технологическая схема процесса, проведено исследование кинетики и механизма процесса, состава и строения полученных продуктов, определены необходимые параметры проведения синтеза (концентрация мономера, доза облучения, введение дополнительных передатчиков цепи и др.), позволяющие регулировать свойства полученных теломеров. Продемонстрированы возможности использования полученных теломеров для создания новых фторполимерных композиционных материалов (функциональных композитов на основе нанодисперсных частиц, стеклополимерных композиционных материалов и др.) и термостойких сверхгидрофобных и антифрикционных защитных покрытий на различные изделия и материалы (текстильные ткани, дерево, металл, компоненты энергетических композитов, спортивный инвентарь и т.д.). Использование растворов теломеров ТФЭ позволяют преодолеть трудности создания композитов и защитных покрытий на основе промышленного ПТФЭ, связанные с его нерастворимостью и невозможным применением жидкофазных технологий.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 13-03-00398).

1. Кириухин Д.П., Кичигина Г.А., Бузник В.М. Теломеры тетрафторэтилена: синтез, свойства и перспективы использования. // Высокомолекулярное соединение. 2013. Т. 55А. №11.

СОПОЛИМЕРИЗАЦИЯ АКРИЛОНИТРИЛА И АКРИЛАМИДА В ПРИСУТСТВИИ ТРИТИОКАРБОНАТОВ И ТЕРМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛУЧЕННЫХ СОПОЛИМЕРОВ

Кишилов С.М., Черникова Е.В., Плуталова А.В.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

химический факультет, Москва, Россия

E-mail: airsam@yandex.ru

В настоящее время при производстве высокопрочных углеродных волокон (УВ) остро стоит вопрос получения высококачественного прекурсора. Наиболее перспективными прекурсорами на сегодняшний день являются сополимеры акрилонитрила, которые получают классической радикальной полимеризацией. Такие сополимеры характеризуются достаточно широким ММР и высокой композиционной неоднородностью. Исходя из этого актуальной задачей является разработка метода синтеза узкодисперсных сополимеров акрилонитрила (АН), обладающих высокой композиционной однородностью, с целью улучшения физико-химических и механических характеристик прекурсора.

В качестве инструмента для решения данной задачи в настоящей работе была впервые использована псевдоживая радикальная полимеризация с обратимой передачей цепи по механизму присоединения–фрагментации (ОПЦ). В качестве ОПЦ-агентов применяли тритиокарбонаты, которые зарекомендовали себя относительно эффективными ОПЦ-агентами в гомополимеризации АН.

В качестве сомономера был выбран акриламид (АА), как перспективный мономер, с точки зрения участия в процессе внутримолекулярной циклизации. После серии проведенных экспериментов было показано, что ОПЦ механизм успешно реализуется в сополимеризации АН с АА в растворителе ДМСО. Установлено, что полученные полимеры обладают достаточно узким молекулярно-массовым распределением. Величины молекулярной массы и коэффициента полидисперсности ($M_n \sim 20 \times 10^3$; $M_w/M_n = 1.6 - 1.7$) также существенно отличаются от характеристик полимеров, полученных классической радикальной полимеризацией.

В результате исследования термического поведения полученных сополимеров методом ДСК в инертной атмосфере и на воздухе, было показано, что введение в состав сополимера малых добавок АА оказывает существенное влияние на начало реакции внутримолекулярной циклизации. Все это, наряду с возможностью получения узкодисперсных сополимеров с контролируемой молекулярной массой, в присутствии ОПЦ-агентов, позволяет сделать вывод об эффективности данного подхода в вопросах повышения качества прекурсора и как следствие УВ на его основе.

КОНТРОЛИРУЕМАЯ (СО)ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ ϵ -КАПРОЛАКТОНА И D,L-ЛАКТИДА В ПРИСУТСТВИИ НОВЫХ ХЕЛАТНЫХ КОМПЛЕКСОВ Al И Ti (IV): СИНТЕЗ ГОМОПОЛИМЕРОВ, СОПОЛИМЕРОВ И МАКРОМОНОМЕРОВ

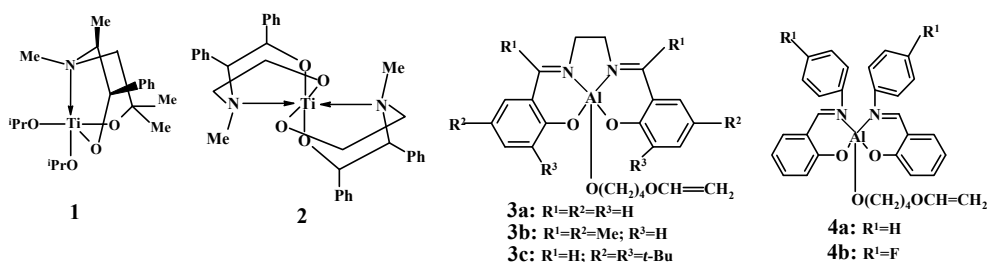
Пискун Ю.А.,¹ Василенко И.В.,¹ Зайцев К.В.,² Карлов С.С.,² Зайцева Г.С.,² Костюк С.В.¹

¹ Учреждение Белорусского государственного университета «Научно-исследовательский институт физико-химических проблем» 220030, г. Минск, ул. Ленинградская, 14

² Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова. Химический факультет 119899, г. Москва, ГСП-3, Воробьевы горы

E-mail: kostjuks@bsu.by

В последние годы значительно возрос интерес к синтезу биodeградируемых/биорезорбируемых (со)полимеров на основе ϵ -капролактона, δ -валеролактона, D,L- и L-лактида и т.д. Прежде всего, это обусловлено их полной биосовместимостью, а также способностью разлагаться в физиологических средах до нетоксичных для организма гидроксикарбоновых кислот, что обуславливает широкое применение таких (со)полимеров в медицине и фармакологии. В данной работе обобщены результаты наших исследований контролируемой (со)полимеризации ϵ -капролактона и D,L-лактида в присутствии новых комплексов биосовместимых металлов: производных Ti (IV) на основе диалканолламинов (**1**, **2**) и соединений Al с иминофенолятами (**3**, **4**):



В данном докладе будет обсуждено влияние строения каталитического комплекса, лигандного окружения, а также природы заместителя в лигандах (комплексы **3**, **4**) на активность указанных катализаторов в полимеризации ϵ -капролактона и D,L-лактида, а также стереоселективность при полимеризации D,L-лактида. Наряду с синтезом гомополимеров, статистических и блочных сополимеров с контролируемой M_n (от 1,000 до 70,000 г/моль) и узким MMR ($M_w/M_n=1.1-1.6$) (катализаторы **1–4**), комплексы **3**, **4** позволяют также синтезировать биodeградируемые макромономеры с высоким содержанием функциональных групп (90-100%).

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта БРФФИ– РФФИ (№ X12P-139 и 12-03-90020-Bel).

СИНТЕЗ НАНО- И СУБМИКРОЧАСТИЦ ПОЛИ-N-ВИНИЛКАПРОЛАКТАМА В УСЛОВИЯХ ГЕТЕРОФАЗНОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ

Кушев П.О., Кузнецов В.А., Благодатских И.В.*

Воронежский государственный университет,

**ИНЭОС РАН (г. Москва)*

e-mail: vms159@mail.ru, тел.: 8 (473)2208956

В последнее время внимание многих исследователей обращено к синтезу полимерных наночастиц с узким распределением частиц по размерам (УРЧР). Это обусловлено тем, что полимерные наночастицы представляют большой практический интерес в медицине для создания тест-систем, носителей биологически активных веществ, а также новых эффективных сорбентов. Гетерофазная полимеризация мономеров в присутствии эмульгаторов различной природы позволяет получать полимерные частицы заданного размера с УРЧР. Имеющиеся в литературе данные показывают, что на сегодняшний день хорошо изучена гетерофазная полимеризация стирола [1]. Однако, использование полистирольных микросфер в медицине и фармации ограничивает их небиосовместимость. В связи с этим проведено изучение гетерофазной полимеризации N-винилкапролактама (ВК), который обладает биосовместимостью и нетоксичностью [2].

Полимеризацию ВК в присутствии сшивающего агента N,N-метиленабисакриламида проводили в прямой миниэмульсии с использованием инициатора радикального процесса персульфата калия. В качестве эмульгатора использовали гидрофобномодифицированный полиакриламид (ГМПАА) с различной молекулярной массой [3]. Исследование влияния молекулярной массы и концентрации ГМПАА на размер частиц и их агрегативную устойчивость показало, что с увеличением молекулярной массы ГМПАА наблюдается рост образующихся частиц, гидродинамический радиус которых изменялся в пределах 80-200 нм. Определение размера частиц осуществляли методами динамического светорассеяния и ПЭМ, причем во всех случаях получены практически монодисперсные системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Прокопов Н.И., Грицкова И.А., Кирютина О.П., Халдаж М., Tauer K., Kozempel S. Изучение механизма безэмульгаторной полимеризации стирола // Высокомолек. соед. Серия Б. 2010. Т. 52. № 6. С. 1043-1049.
2. Кирш Ю.Э. Поли-N-винилпирролидон и другие поли-N-виниламиды / Ю.Э. Кирш. – М.: Наука, 1998.-252 с.
3. Blagodatskikh I., Tikhonov V., Ivanova E., Landfester K., Khokhlov A. New Approach to the Synthesis of Polyacrylamide in Miniemulsified Systems // Macromol. Rapid Commun. 2006, 27, P.1900-1905.

УХУДШЕНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОГО КАЧЕСТВА РАСТВОРИТЕЛЯ КАК МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ РАЗВЕТВЛЕННЫХ ПОЛИМЕРОВ С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ВЫСОКОРАЗВЕТВЛЕННЫХ МАКРОМОЛЕКУЛ

Курочкин С.А., Махонина Л.И., Перепелицина Е.О., Бубнова М.Л., Грачев В.П.

*ФГБУН Институт проблем химической физики РАН, г. Черноголовка, пр-т ак. Семенова, 1
oligo@icp.ac.ru*

Трехмерная радикальная полимеризация – это один из методов получения высокоразветвленных полимеров. Трехмерная радикальная полимеризация, обычно используемая для получения сетчатых полимеров, при создании специальных условий, регулирующих длину первичных полимерных цепей – элементарных строительных блоков макромолекул разветвленной архитектуры, позволяет синтезировать полимеры с заданной степенью разветвления (относительное количество разветвляющего мономера) без риска гелеобразования вплоть до полного исчерпания мономеров.

Разработанная нами кинетическая теория образования высокоразветвленных полимеров методом «живой» трехмерной радикальной полимеризации и экспериментальные данные по синтезу разветвленных полимеров показывают, что полимерный продукт представляет собой смесь линейных, слаборазветвленных и высокоразветвленных макромолекул. Содержание высокоразветвленных макромолекул, состоящих не менее чем из семи первичных полимерных цепей, не превышает ~ 30 мас.%, то есть более половины полимерного вещества является «балластом», не обладающим уникальными свойствами.

В этой работе мы предлагаем метод увеличения доли высокоразветвленных макромолекул в полимерном продукте, основывающийся на проведении «живой» трехмерной радикальной полимеризации в среде растворителя с плохим термодинамическим качеством, добавляя к мономеру осадитель полимерных цепей.

Экспериментальное исследование радикальной сополимеризации стирола и дивинилбензола в присутствии алкоксиамина как агента «живой» полимеризации ($T = 120^{\circ}\text{C}$) при добавлении разных количеств осадителя (н-бутанол) подтверждает перспективность предложенной стратегии.

Работа выполнялась при финансовой поддержке Программы фундаментальных исследований Президиума РАН №24.

ВЛИЯНИЕ ИОНОВ МЕДИ (II) НА ТРАДИЦИОННУЮ РАДИКАЛЬНУЮ ПОЛИМЕРИЗАЦИЮ ВОДОРАСТВОРИМЫХ МОНОМЕРОВ И МОЛЕКУЛЯРНО-МАССОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛУЧАЕМЫХ ПОЛИМЕРОВ

Логунова А.А., Сивцов Е.В., Гостев А.И., Борисюк С.С., Волков В.В.

Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Санкт-Петербург, Московский пр., 26, luishka86@mail.ru

Использование соединений меди в радикальной полимеризации винильных и винилиденовых мономеров обычно ассоциируется с одним из видов контролируемой радикальной полимеризации – полимеризации с переносом атома (ATRP). Однако с их помощью можно достаточно эффективно регулировать протекание традиционной радикальной полимеризации и свойства получаемых полимеров. В настоящей работе подробно изучена полимеризация акриловой кислоты (АК) в водных растворах в присутствии ионов меди (II), инициированная термическим распадом пероксида водорода. Ионы Cu^{2+} не являются компонентом окислительно-восстановительной инициирующей системы, поскольку полимеризацию не удастся осуществить с заметной скоростью без нагревания реакционной массы, но участвуют в реакции обрыва цепи. По мере увеличения их содержания в растворе происходит уменьшение молекулярной массы и индекса полидисперсности образующейся полиакриловой кислоты. Исследована кинетика полимеризации АК в присутствии ионов Cu^{2+} , что позволило предположить механизм их влияния на процесс.

Закономерности, выявленные на примере АК, были обнаружены также при полимеризации в тех же условиях акриламида. Это позволило предположить, что ионы Cu^{2+} можно использовать как эффективное средство регулирования молекулярно-массовых характеристик полимеров при полимеризации широкого ряда водорастворимых акриловых мономеров. Данный прием был успешно использован при синтезе сополимеров АК с метоксиполиэтиленгликоль метакрилатами (МПЭГМА), имеющими различную длину полиэтиленгликольного заместителя. Соплимеры АК-МПЭГМА способны легко адсорбироваться на поверхностях различной природы и благодаря наличию объемных гидрофильных заместителей обеспечивать стерическую стабилизацию дисперсных систем, что во многом определяется молекулярной массой таких полимеров, которую можно регулировать, используя изученный в работе эффект.

ПОЛУЧЕНИЕ ИСХОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ БИАКСИАЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ ПОЛИПРОПИЛЕНОВОЙ ПЛЕНКИ В СРЕДЕ УГЛЕВОДОРОДНОГО РАСТВОРИТЕЛЯ

Мубаракшин Р.Р., Барнягина О.В., Галибеев С.С.

*ООО «Научно-исследовательская организация Сибур-Томскнефтехим», г. Томск,
Кузовлевский тракт, д.2, стр.270, mrr@niost.ru*

Полипропилен (ПП) широко используется для изготовления упаковочных материалов, из которых наиболее популярными являются биаксиально-ориентированные пленки (БОПП-пленки). Ориентация пленки повышает ее прочность, прозрачность и барьерные свойства по отношению к воде и газам.

Основным способом получения БОПП-пленок является метод плоскощелевой экструзии с дальнейшей ориентацией материала в продольном и поперечном направлениях. В связи с этим, характерными особенностями исходного ПП для БОПП-пленок являются относительно широкое молекулярно-массовое распределение и пониженная степень кристалличности, которая достигается регулированием стереизомерного состава (количество растворимых в холодном *n*-ксилоле фракций) полимера, либо введением в его структуру небольшого количества этиленовых звеньев.

В рамках выполнения данной работы проведены эксперименты по разработке исходных материалов для внутреннего слоя БОПП-пленок - гомополимера пропилена и его статистического сополимера с этиленом (СЭП) в среде углеводородного растворителя (гептан). В качестве компонентов каталитической системы были использованы: титан-магнийевый катализатор с внутренним фталатным донором, сокатализатор – триэтилалюминий и стереорегулирующая добавка – циклогексилметилдиметоксисилан.

Эксперименты показали, что получение гомополипропилена с относительно высоким содержанием растворимых в холодном *n*-ксилоле фракций (4-5 % масс.) затруднительно, ввиду экстракции части аморфного полимера в растворитель на стадии синтеза. В результате работы определены оптимальные условия получения СЭП для внутреннего слоя БОПП-пленок: соотношения компонентов каталитической системы, температура синтеза, концентрация водорода в газовой фазе и количественный состав сомономерной смеси. Исследованы структурные и физико-механические характеристики полученных СЭП, которые полностью соответствуют требованиям, предъявляемым к исходным материалам для внутреннего слоя БОПП-пленок.

СОПОЛИМЕРИЗАЦИЯ ПРОПИЛЕНА С ВЫСШИМИ ОЛЕФИНАМИ В МАССЕ ПРОПИЛЕНА НА ИЗОСПЕЦИФИЧЕСКИХ МЕТАЛЛОЦЕНОВЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ

Недорезова П.М.¹, Чапурина А.В.¹, Клямкина А.Н.¹, Аладышев А.М.¹, Монахова Т.В.²

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химической физики им. Н.Н. Семенова Российской академии наук, Москва

²Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля Российской академии наук, Москва

e-mail: polned@chph.ras.ru

Исследована сополимеризация пропилена с бутеном-1, пентеном-1, октеном-1 и винилциклогексаном (ВЦГ) в среде жидкого пропилена в присутствии гомогенных каталитических систем на основе *анса*-металлоценов C_2 симметрии, активированных метилалюмоксаном (МАО).

Установлено, что при сополимеризации пропилена с малыми добавками бутена-1 и пентена-1 на системе *rac*- $Me_2Si(4-Ph-2-MeInd)_2ZrCl_2$ /МАО наблюдается увеличение скорости полимеризации. Определены значения констант сополимеризации. Практически во всех случаях при сополимеризации с линейными олефинами $r_1 \approx r_2 \approx 1$. При сополимеризации с ВЦГ значения констант сополимеризации составляют $r_1 = 26.6$, $r_2 = 0.025$ и $r_1 r_2 = 0.67$. Низкая величина произведения констант сополимеризации ($r_1 r_2 \leq 1$) свидетельствует о наличии в основном изолированных звеньев ВЦГ в цепи ПП.

Установлено, что в отличие от линейных олефинов, введение ВЦГ в ПП слабо влияет на стереорегулярность полимерной цепи. Введение всех сомономеров приводит к заметному уменьшению ММ, что, вероятно, связано с увеличением скоростей обрыва полимерной цепи. Показано, что даже небольшие добавки высших линейных олефинов уменьшают температуру плавления, кристаллизации, степень кристалличности и позволяют варьировать жесткость и эластичность полимеров. В отличие от линейных олефинов, введение ВЦГ приводит к небольшому уменьшению температуры плавления ПП и повышению температуры кристаллизации на 3–9°C. При содержании 0,37 мол. % ВЦГ наблюдается уменьшение деформации при растяжении полимера, при этом модуль упругости увеличивается на 15%. Полученные сополимеры пропилена с ВЦГ обладают повышенной прозрачностью.

Определены характеристики процесса окисления полученных сополимеров. Введение добавок линейных сомономеров приводит к разупорядочиванию кристалла ПП, что облегчает окисление полимера. Показано, что в сополимерах ПП/ВЦГ, в отличие от сополимеров ПП с линейными олефинами существенно увеличивается период индукции окисления ПП.

СИНТЕЗ ТРИМЕТИЛСИЛОКСАНОВЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ПОЛИМЕТИЛСИЛСЕСКВИОКСАНОВЫХ ДЕНДРИМЕРОВ

Обрезкова М.А.^{1*}, Ребров Е.А.¹, Музафаров А.М.^{1,2}

¹Институт синтетических полимерных материалов РАН им. Н.С. Ениколопова; ²Институт элементоорганических соединений РАН им. А.Н. Несмеянова

*e-mail: obrezkova@list.ru

Одним из наиболее удивительных классов высокомолекулярных соединений, интересных с синтетической, структурной и прикладной точек зрения являются дендримеры – монодисперсные макромолекулы с регулярной сверхразветвленной трехмерной архитектурой. Эти соединения являются актуальными объектами исследования и находят свое применение в различных областях науки и техники – от катализа и медицины¹ до органической электроники². Большой интерес исследователей к дендримерам обусловлен огромными возможностями построения дендритных молекул самой разнообразной архитектуры, состава и структуры внешней и внутренней сфер, что открывает широкие перспективы их практического использования. С фундаментальной же точки зрения интерес к таким системам, обладающим рядом уникальных свойств, связан с решением одной из важнейших задач современной химии: изучение взаимосвязи структура – свойства.

В данной работе мы представляем эффективный способ получения нефункциональных производных полиметилсилоксановых дендримеров и исследование взаимосвязи структура – свойства для данного класса полимеров (Рис. 1).

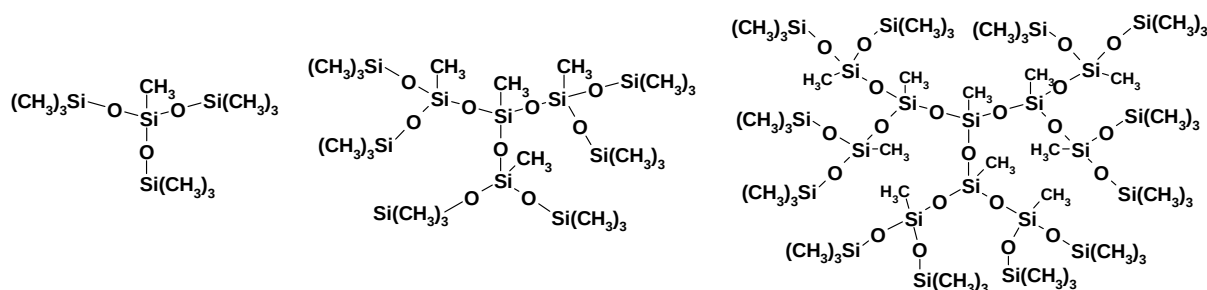


Рис. 1. Нефункциональные производные полиметилсилсесквиоксановых дендримеров с нулевой по вторую генерации.

Строение нефункциональных полиметилсилоксановых дендримеров, синтезированных по предлагаемому способу, обеспечивает полную идентичность химического состава синтезируемых объектов не только классическому линейному полидиметилсилоксану, но также недавно синтезированному гребнеобразному полиметилсилоксану³. Последовательное изменение архитектуры с сохранением идентичности состава позволяет оценить влияние различных факторов на свойства сопоставляемых полимерных систем.

Работа выполнена при финансовой поддержке проектов РФФИ № 12-03-31828

¹ W.-D. Jang, K.M. Kamruzzaman Selim, Ch.-H. Lee, I.-K. Kang Progress in Polymer Science 2009, 34, P.1–23.

² S.-H. Lo, P. L. Bur, Chem. Rev., 2007, 107, P. 1097.

³ Татарина Е.А., Музафаров А.М., Василенко Н.Г., Мякушев В.Д., Игнатъева Г.М., Обрезкова М.А., Мешков И.Б., Воронина Н.В., Новожилов О.В., Высокомолек. соед. Серия С, 2011, Т. 53, № 7, С. 1217-1230.

ФОРМИРОВАНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ ПОЛИМЕРИЗАЦИЕЙ В ПРИСУТСТВИИ ПОЛИГЕТЕРОАРИЛЕНОВ И НАНОЧАСТИЦ

**Сапожников Д.А., Выгодский Я.С., Волкова Т.В., Забегаева О.Н., Сахарова А.А.,
Котельников В.А.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

*Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова Российской академии
наук, 119991, Россия, ГСП-1, Москва, В-334, ул. Вавилова, 28; ssddaa@ineos.ac.ru*

Методами радикальной полимеризации метилметакрилата и анионной полимеризации ϵ -капролактама, содержащих полигетероарилены (полиимиды и т.д.) и/или наноразмерные частицы (наносиликагель, нанотрубки галлуазита, МСУНТ, ОСУНТ) созданы молекулярные и нанокомпозиты с улучшенными по сравнению с исходными матрицами свойствами.

Установлено, что добавление полигетероарилена (ПГА) в исходный мономер и дальнейшая полимеризация последнего приводят к формированию сополимеров за счет взаимодействия функциональных групп вводимых полимеров с активными центрами реакционной системы (радикалами или анионами). Такого рода взаимодействия доказаны различными методами: кинетическими исследованиями, ИК и ЭПР спектроскопией, характеристик ММР и т.д. Наблюдаемый эффект приводит к улучшению свойств получаемых сополимеров в сравнении с немодифицированными матрицами и их смесями с ПГА: повышается тепло- и термостойкость (до 80°), значительно возрастают механические и трибологические показатели образцов (ударная вязкость по Изоду возрастает до 12 раз, износ сокращается до 8 раз), и т.д. По результатам исследований выявлены закономерности влияния структуры ПГА на свойства образующихся сополимеров.

В качестве модификаторов свойств полимеров также апробированы различные наночастицы и установлено, что некоторые из них эффективны для модификации рассматриваемых матриц. Так, при использовании наносиликагеля и УНТ в условиях УЗ диспергирования получены композиты с улучшенными эксплуатационными показателями (термическими, прочностными, трибологическими и т.д.). С целью упрочнения взаимодействия между матрицей и наполнителем осуществлена функционализация ОСУНТ реакционноспособными фрагментами, в частности полиимидами, и установлена большая стабильность дисперсии подобных ОСУНТ в исходных мономерах.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта Президента РФ МК-496.2011.3 и гранта РФФИ-13-03-12204-офи_м.

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА СВОЙСТВА СВЕРХВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНОГО ПОЛИЭТИЛЕНА, ПОЛУЧАЕМОГО ПОД ДЕЙСТВИЕМ ТИТАН-МАГНИЕВОГО НАНОКАТАЛИЗАТОРА

**Иванюк А.В.¹, Злобинский Ю.И.², Седов И.В.^{2,3}, Сметанников О.В.¹, Нифантьев И.Э.¹,
Перепелицина Е.О.²**

*¹Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН, ²Институт проблем
химической физики РАН, ³Факультет фундаментальной физико-химической инженерии
МГУ им. М. В. Ломоносова, Россия
E-mail: isedov@icp.ac.ru*

Сверхвысокомолекулярный полиэтилен (СВМПЭ) – полимер с уникальными физико-механическими свойствами, в том числе в экстремальных условиях, может быть использован в процессе получения сверхвысокомодульных, сверхвысокопрочных волокон. СВМПЭ обладает высокой прочностью и ударной вязкостью при температурах от –200 до +100 °С, высокой химической стойкостью, светостойкостью, износостойкостью.

Развитие исследований каталитических систем на основе титан-магниевых катализаторов нового поколения привело к открытию уникального процесса получения оригинального титан-магниевого нанокатализатора (ТМНК). Новый способ приготовления катализатора существенно упрощает синтез высокоэффективных каталитических систем и композиций для получения СВМПЭ, что создает предпосылки для их практического использования.

Отработка процесса получения СВМПЭ под действием ТМНК в присутствии триизобутилалюминия в качестве активатора показала, что оптимальными для проведения синтеза с наибольшей активностью являются молярные соотношения Al (ТИБА) / Ti = 20 – 100. На свойства конечного продукта (увеличение ММ, уменьшение размера насцентных частиц полимера и сужение гранулометрического распределения) существенно влияет снижение температуры проведения реакции. Снижение температуры с 60 °С до 10 °С приводит к уменьшению активности каталитической системы примерно в 2 раза (при прочих равных и оптимизированных условиях), однако при рассмотрении гранулометрического состава полимеров не наблюдается сросших частиц, возникающих вследствие локальных экзотермических перегревов, значительно сужается распределение частиц по размерам. Молекулярная масса полимера, полученного при температуре 80 °С составляет 700 kDa, полученного при 60 °С – порядка 1000 kDa, полимеры, полученные при более низких температурах обладают более высокой ММ и не растворяются в 1,2,4-трихлорбензоле.

КОНТРОЛИРУЕМАЯ ОПЦ-СОПОЛИМЕРИЗАЦИЯ МЕТИЛМЕТАКРИЛАТА И МЕТАКРИЛОВОЙ КИСЛОТЫ С МЕТИЛАКРИЛАТОМ

Ионычев Б.Н., Копылова Н.А., Семчиков Ю.Д.

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

603950 г. Нижний Новгород, ГСП-20, пр. Гагарина, 23, корп. 5

e-mail: semchikov@ichem.unn.ru

Изучена контролируемая сополимеризация метилметакрилата и метакриловой кислоты с метилакрилатом в присутствии трех агентов обратимой передачи цепи (ОПЦ) – бензилтритиокарбоната (БТК), бензилдитиобензоата (БТБ), 2-циано-2-пропилдодецилтритиокарбонат (ЦПДТ) в массе при 60-80°C. Наиболее эффективно осуществляется контроль ММР при сополимеризации мономерных смесей, обогащенных метилакрилатом. При этом, наряду с достаточно низкими значениями индекса полидисперсности ($M_w/M_n = 1.1-1.2$), достигаются глубокие конверсии (~90%) и молекулярные массы порядка 10^5 . По эффективности изученные агенты ОПЦ располагаются следующим образом: БТБ $\cong$ ЦПДТ > БТК. Существенно, что при контролируемой полимеризации в массе скорость уменьшается в умеренных пределах (~30%). В отдельных случаях эти скорости практически равны – при ощутимых изменениях параметра полидисперсности (2.12 и 1.25 – в случае контролируемой полимеризации). Сополимеризация метилметакрилата с метакриловой кислотой не контролируется изученными агентами ОПЦ. В этом случае эффективен лишь БТБ при содержании метакриловой кислоты до 10%, при этом $M_w/M_n = 1.1$.

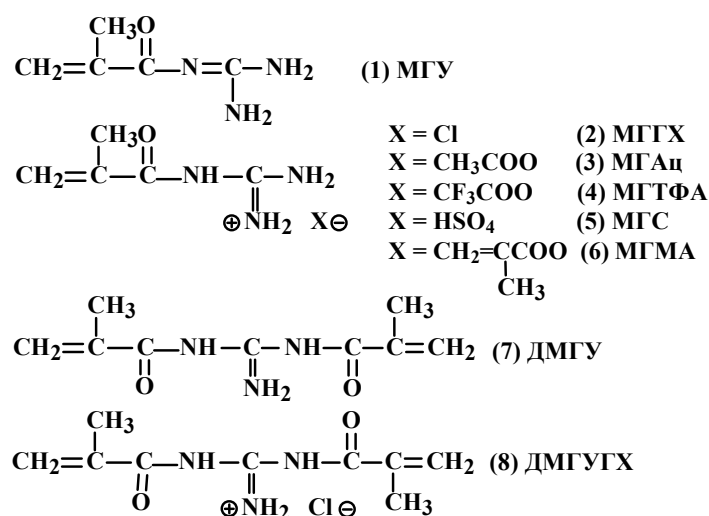
Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (код проекта 13-03-00966-а) и Министерства образования и науки Российской Федерации.

НОВЫЕ ГУАНИДИНСОДЕРЖАЩИЕ (СО) ПОЛИМЕРЫ НА ОСНОВЕ ГИДРОФИЛЬНЫХ И ГИДРОФОБНЫХ ВИНИЛЬНЫХ МОНОМЕРОВ: СИНТЕЗ И СВОЙСТВА

Сивов Н.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Трудового Красного Знамени Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева Российской академии наук (ИНХС РАН), 119991, ГСП-1, Москва, Ленинский проспект, 29, sivov@ips.ac.ru

В последние годы в Лаборатории химии полиэлектролитов и медико-биологических полимеров ИНХС РАН проводятся работы по созданию полимеров различного строения с широким набором практически полезных свойств, в том числе биоцидных. Новые подходы позволяют синтезировать новые классы гуанидинсодержащих полимеров и сополимеров, содержащих ковалентно связанные гуанидиновые группы разного строения, на основе синтезированных нами новых гидрофильных акрилатных производных метакрилоилгуанидина и его солей (схема) и известных мономеров (МАК, ММА, стирол и др..



Структура новых соединений определена ЯМР-спектроскопией. Исследована радикальная (со) полимеризации синтезированных амидов. Определен ряд кинетических параметров и констант сополимеризации. Предварительные исследования показали их высокую биоцидную и фунгицидную активность.

РАДИКАЛЬНО-КООРДИНАЦИОННАЯ ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ ВИНИЛОВЫХ МОНОМЕРОВ В ПРИСУТСТВИИ МЕТАЛЛОЦЕНОВ

Колесов С.В., Сигаева Н.Н., Фризен А.К., Насибуллин И.И.

*Институт Органической химии УНЦ РАН Россия, 450054, г. Уфа, пр. Октября, 71,
gip@anrb.ru*

Открытие новых механизмов протекания радикально инициированной полимеризации является одним из неоспоримых достижений в области химии полимеризационных процессов последних десятилетий. При этом особый интерес представляет процесс координационно-радикальной полимеризации, в котором рассматривается возможность стабилизации растущего радикала в координационной сфере координационно-ненасыщенного металла. Так же как в ионно-координационной полимеризации в этом случае стадии внедрения мономера предшествует его координация на активном центре, но радикальный характер стадии роста цепи сохраняется. Анализ экспериментальных данных радикально инициированной полимеризации виниловых мономеров – стирола и метилметакрилата в присутствии ряда металлоценов (ферроцены, титаноцендихлорид, цирконоцендихлорид), а также квантово-химический анализ элементарных стадий полимеризации привел нас к заключению о возможности существования альтернативного механизма. Показана принципиальная возможность формирования в условиях радикального инициирования наряду со свободно-радикальными центрами роста цепи комплексных активных центров полимеризации аналогичных по строению активным центрам ионно-координационной полимеризации. Такие активные центры способны вести полимеризацию по координационному механизму. При этом в случае стирола рост цепи на комплексных активных центрах протекает по механизму coordination – insertion, мономер внедряется по связи металл-углерод. Для полярного мономера – ММА координация происходит по атому металла функциональными группами, а затем присоединение к растущей цепи протекает по аналогии с механизмом сопряженного 1,4-циклоприсоединения в ионно-координационной полимеризации coordination-addition. Предложенный механизм отличается от радикально-координационной полимеризации нерадикальным механизмом роста цепи. Эта концепция хорошо объясняет ряд экспериментальных фактов.

Работа выполнена при финансовой поддержке ФЦП “Научные и научно-педагогические кадры инновационной России” на 2009-2013 гг. (мероприятие 1.1.), номер заявки 2012-1.1-12-000-1015-27. Соглашение 8444.

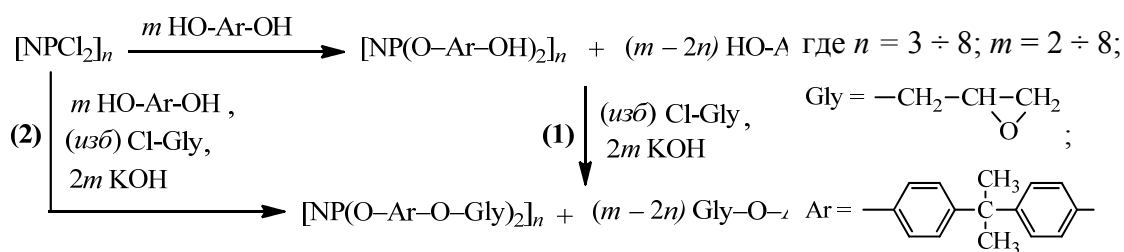
СИНТЕЗ ФОСФАЗЕНСОДЕРЖАЩИХ ЭПОКСИДНЫХ ОЛИГОМЕРОВ

Сиротин И.С., Бригаднов К.А., Биличенко Ю.В., Киреев В.В.

РХТУ имени Д. И. Менделеева, 125047 г. Москва, Миусская пл, 9, isirotin@mustr.ru

Одно из перспективных направлений модификации эпоксидных олигомеров в плане придания термо- и огнестойкости – это введение в их состав арилоксифосфазенов с эпоксидными группами, обеспечивающими хорошее совмещение с эпоксидной матрицей.

Настоящая работа направлена на решение ряда актуальных задач синтеза эпоксифосфазенов, особенно связанных с большим количеством реакционных стадий и их малой технологичностью. Целесообразным явилось получение как индивидуальных эпоксифосфазенов, так их смесей с обычными эпоксидными олигомерами по схемам:



Олигомерные эпоксифосфазены получали на основе предварительно синтезированных гидроксиарилоксифосфазенов $[\text{NP}(\text{OArOH})_2]_n$ по схеме (1), а также новым одностадийным способом (2). В качестве исходного реагента использовали как гексахлорциклотрифосфазен, так и смесь хлорциклофосфазенов. Степень замещения хлора на арилокси-группы в звене NPCl_2 по данным ЯМР ^{31}P -спектроскопии колеблется от 1,4 (способ 2) до 2,0 (способ 1).

По данным лазерной масс-спектрометрии, основным фосфазеновым компонентом реакции (1) является гексаэпоксиариленоксифосфазен $[\text{NP}(\text{OArOGly})_2]_3$. Также выявлен побочный процесс алкилирования исходного гексагидроксиарилоксифосфазена *n*-изопропенилфенолом (продуктом деструкции дифенилолпропана), что, тем не менее, не препятствует формированию эпоксидных групп.

Способ (1) позволяет получить эпоксидные олигомеры, содержащие до 20% эпоксифосфазена. Наибольшее максимальное содержание эпоксифосфазена без образования гель-фракции достигается в эпоксидных олигомерах, полученный одностадийным способом (2) при соотношении $\text{NPCl}_2 : \text{HOArOH} = 1 : 2,5$ и составляет 45%. Методом ГПХ выявлено, что при варьировании соотношения $\text{NPCl}_2 : \text{HOArOH}$ от 1 : 2 до 1 : 8 средняя молекулярная масса продукта возрастает за счет увеличения доли фосфазенового компонента, состав низкомолекулярной фракции при этом не меняется и по данным хроматомасс-спектрометрии включает преимущественно диглицидиловый эфир дифенилолпропана.

СИНТЕЗ НОВЫХ МОДИФИКАТОРОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СТАБИЛЬНЫХ ГИДРОФОБНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ЭПОКСИДНОЙ СМОЛЫ

Солдатов М.А., Шереметьева Н.А., Серенко О.А., Музафаров А.М.

*Институт синтетических полимерных материалов РАН, Москва, Профсоюзная 70,
SoldatovMA@ispm.ru*

В настоящее время существует два принципиально различных способа получения противообрастающих, антиобледенительных и антивандальных покрытий. Первый – нанесение гидрофобизатора на поверхность покрытия, второй – введение в состав композиций гидрофобизирующей добавки. В первом варианте необходимо решение дополнительной задачи – достижение высокой прочности связи между гидрофобным слоем и подложкой, во втором – разработка метода введения модификатора и получение однородной, стабильной системы, не расслаивающейся в течение времени. Цель работы - получение ряда фторсодержащих кремнийорганических сополимеров, обладающих повышенным сродством к эпоксидным связующим и способных образовывать гидрофобные покрытия. Общая стратегия синтеза заключается в создании модификатора, отдельные элементы молекулярной архитектуры которого выполняли бы преимущественно разные функции. Одни, а именно, фторсодержащие группы, обеспечивают снижение поверхностной энергии покрытия, вторые (разветвленные органосилоксановые группировки) – сродство с эпоксидным связующим из-за наличия фенильных или метильных боковых групп, а также предотвращение расслаивания композиции из-за стерических затруднений. Синтезирован ряд сополимеров тридекафтор-N-(3-триэтоксисилилпропил)гептанамида, фенилтриэтоксисилана и метилфенилдиэтоксисилана с различным соотношением мономерных звеньев в условиях активной среды. Полученные вещества охарактеризованы различными методами. Установлено, что получаемые покрытия прозрачны и однородны. Краевой угол смачивания капли воды на получаемом покрытии составляет 109 или 111° в зависимости от химической структуры фторсодержащего олигоорганосилоксана. Для достижения высокогидрофобных свойств покрытия достаточно введения 1 мас.% (по содержанию в сухом остатке) модификатора.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 12-03-31331 и 13-03-12230) и НШ-116.2012.3.

КАРДОВЫЕ ПОЛИАРИЛЕНЭФИРКЕТОНЫ: СИНТЕЗ И СВОЙСТВА

Шапошникова В.В.^а, Салазкин С.Н.^а, Ткаченко А.С.^а, Лачинов А.Н.^б

^а*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт элементоорганических соединений им. А.Н.Несмеянова Российской академии наук
119991, г. Москва, ул. Вавилова, д. 28; e-mail: vsh@ineos.ac.ru*

^б*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики молекул и кристаллов Уфимского научного центра Российской академии наук
450054, г. Уфа, пр. Октября, д. 71*

Полиариленэфиркетоны (ПАЭК) являются конструкционными термопластами, которые обладают комплексом ценных функциональных свойств (высокая термо-, тепло-, хемостойкость, хорошие физико-механические и электрофизические свойства). В настоящей работе решалась задача исследования процессов образования макромолекул контролируемого химического строения для разработки научных принципов синтеза ПАЭК с заданными функциональными и технологическими свойствами.

Выполнено комплексное исследование синтеза и свойств аморфных кардовых гомо-ПАЭК, синтезируемых реакцией нуклеофильного замещения. Найдены условия направленного синтеза гомо- и со-ПАЭК статистического и блочного строения с заданными значениями $\overline{M}_w$ от 10×10^3 до 100×10^3 . Исследовано влияние молекулярной массы и химического строения этих полимеров на их теплостойкость, предельные прочностные, релаксационные и реологические свойства. Установлено, что полученные литьем под давлением ненаполненные и наполненные (рубленным стекло- и углеволокном) материалы на основе ПАЭК, в том числе кардовых, имеют уникально высокий показатель удельной ударной вязкости с надрезом (до 35 кДж/м^2 , а после оптимизации условий синтеза и переработки до 44 кДж/м^2) и могут быть использованы для получения тонкостенных изделий сложной формы. Благодаря новым необычным свойствам (например, эффект обратимого электронного переключения при внешних воздействиях) синтезированные гомо- и сополимеры перспективны в качестве полимерных материалов для электроники.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проекты 13-03-00331) и Президиума РАН (проект 8П).

ПИРИДИЛФЕНИЛЕНОВЫЕ ДЕНДРИМЕРЫ: СИНТЕЗ И ПРИМЕНЕНИЕ

**Шифрина З.Б.¹, Кучкина Н.В.¹, Юзик-Климова Е.Ю.¹, Сорокина С.А.¹,
Бронштейн Л.М.^{1,2}**

¹ *Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт
элементоорганических соединений им. А.Н.Несмеянова Российской академии наук,
119991, ГСП-1, Москва, В-334, ул. Вавилова, 28, shifrina@ineos.ac.ru*

² *Department of Chemistry, Indiana University, USA*

В докладе рассматриваются подходы к синтезу нового типа сверхразветвленных индивидуальных макромолекул - пиридилфениленовых дендримеров. Рассмотрены общие закономерности образования дендримеров, особенности их строения и свойств. Продемонстрированы возможности синтезированных макромолекул для создания широкого спектра функциональных композитных наноматериалов с целью их использования в различных областях науки и технологий.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ (11-03-00064, 12-03-31057), и Седьмой Европейской рамочной программы (Polycat CP-IP 246095).

СИНТЕЗ И НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ СВОЙСТВА ПОЛИВИНИЛМЕТИЛДИЭТИЛ- И ПОЛИБЕНЗИЛМЕТИЛДИЭТИЛСИЛОКСАНОВ

**Шрагин Д.И.¹, Городов В.В.¹, Миленин С.А.¹, Калинина А.А.¹,
Бузин М.И.², Музафаров А.М.¹**

¹ - *Институт синтетических полимерных материалов им. Н.С. Ениколопова РАН
117393 Москва, ул. Профсоюзная, д. 70*

² - *Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН
119991, ГСП-1, Москва, В-334, ул. Вавилова, д.28
e-mail: dshragin@mail.ru*

Сополимеры на основе полидиэтилсилоксана являются перспективными каучуками для создания эластомерных материалов, обладающих повышенными физико-механическими характеристиками и более низкими возможными температурами эксплуатации по сравнению с традиционными силиконовыми резинами на основе полидиметилсилоксанового каучука (ПДМС).

Мы полагаем, что, как и в случае ПДМС, введение объемных заместителей в цепь полидиэтилсилоксана позволит регулировать фазовое состояние полимера, а введение винильных групп позволит получить полимер способный к вулканизации как с помощью перекисей так и по реакции гидросилилирования.

В настоящей работе с целью получения полидиэтилсилоксановых сополимеров с высокой молекулярной массой и узким ММР, содержащих метилвинилсилоксановые или метилбензилсилоксановые звенья, была проведена неравновесная сополимеризация гексаэтилциклотрисилоксана с 1-винил-1-метил-3,3,5,5-тетраэтилциклотрисилоксаном или 1-бензил-1-метил-3,3,5,5-тетраэтилциклотрисилоксаном под действием бутиллития. Синтезирован ряд поливинилметилдиэтил- и полибензилметилдиэтилсилоксанов с содержанием модифицирующих звеньев до 33 % мольн и молекулярной массой до 200 000. Состав сополимеров по данным спектроскопии ЯМР ¹H соответствует заданному.

Методом ДСК исследовано фазовое поведение сополимеров различного состава в интервале температур от -140 до 60°C. Показано, что бензилметилсилоксановые звенья более эффективны для подавления кристаллизации ПДЭС по сравнению с винилметилсилоксановыми.

МОЛЕКУЛЯРНО-МАССОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И СВОЙСТВА КАТИОННЫХ ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ РАДИКАЛЬНОЙ МАТРИЧНОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИЕЙ В МИЦЕЛЛЯРНЫХ РАСТВОРАХ ПРОТИВОПОЛОЖНО ЗАРЯЖЕННЫХ ПАВ

Шулевич Ю.В.¹, Захарова Ю.А.², Навроцкий А.В.¹, Новаков И.А.¹

¹*Волгоградский государственный технический университет,*

400005 Волгоград, пр. Ленина 28, shulevich@vstu.ru

²*МГУ им. М.В. Ломоносова, Химический факультет, 119992 Москва, Воробьевы горы 1*

В современной полимерной химии уделяется большое внимание разработке способов полимеризации, которые позволяют контролировать молекулярно-массовые характеристики получаемых полиэлектролитов. Однако эти методы остаются нереализованными на практике из-за целого ряда недостатков и ограничений при проведении процесса. Другим возможным способом контролируемой полимеризации, является матричная полимеризация. При этом перспективным представляется использование мицелл ПАВ в качестве матрицы. Целью настоящей работы является синтез и исследование свойств полиэлектролитов, полученных в мицеллярных растворах противоположно заряженных ПАВ.

В качестве ионогенных мономеров использовали четвертичные соли диметиламиноэтилметакрилата, кватернизованные диметилсульфатом, бромистым этилом или бензилхлоридом. В качестве ПАВ использовали додецилсульфат натрия.

Методами статического и динамического светорассеяния измерены молекулярно - массовые характеристики полимеров, полученных при различных соотношениях М:ПАВ и концентрациях компонентов. Образцы, полученные в присутствии ПАВ, характеризуются достаточно большими молекулярными массами (ММ), причем увеличение концентрации мономера способствует росту ММ, в то время как рост относительного содержания ПАВ в полимеризационной среде при постоянной концентрации мономера приводит к некоторому уменьшению ММ образующегося полимера. Анализ диаграмм Зимма, распределений частиц по размерам, характера зависимостей $1/\tau$ от q^2 , а также сравнение значений гидродинамических радиусов частиц, рассчитанных методами регуляризации и кумулянтов, косвенно указывают на то, что рост содержания ПАВ в реакционной среде вызывает сужение молекулярно-массового распределения образующихся полимеров.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ (проект № 13-03-00822)

БИОДЕГРАДИРУЕМЫЕ ТЕРМОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ ГИДРОГЕЛИ ПОЛИАМИНОФОСФАЗЕНОВ: ЭНЕРГЕТИКА КОЛЛАПСА И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С АМФИФИЛЬНЫМИ ЛИГАНДАМИ

Гринберг В.Я.¹, Дубовик А.С.¹, Гринберг Н.В.², Бурова Т.В.²,
Тур Д.Р.², Давыдова Н.К.², Папков В.С.²

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН, grinberg@ineos.ac.ru

²Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН

Биодеградируемые термочувствительные гидрогели рассматриваются как перспективные носители для систем направленного транспорта лекарств. Интересным примером таких гелей являются гидрогели сетчатого полиметоксиэтиламинофосфазена (ПМОЭАФ). Детально исследован коллапс гидрогелей ПМОЭАФ. Определены температура, энтальпия, ширина и амплитуда этого перехода в зависимости от pH, концентрации фосфата натрия, типа аниона фонового электролита, плотности сшивки геля и эффективной гидрофобности субцепей. Температура коллапса понижается более чем на 60 °С при изменении pH от 5.8 до 8.6. Энтальпия коллапса достигает 66.4 ± 0.7 Дж/г. Температура коллапса слабо зависит от плотности сшивки, но существенно понижается (максимально на 20 °С) за счет введения в структуру сетки гидрофобных заместителей (пропил-, бутил- и пентиламин). Исследовано взаимодействие гидрогелей ПМОЭАФ, имеющих различную плотность сшивки, с анионными полифункциональными амфифильными лигандами – сульфопроизводными пирена. Получены зависимости свободной энергии коллапса от концентрации лигандов. Они показывают, что лиганды связываются полимерной сеткой предпочтительно в коллапсированном состоянии. Это связывание является кооперативным – полифункциональный лиганд связывается фосфазеновым «квазирецептором», состоящим из числа звеньев сетки геля, эквивалентного функциональности лиганда. В коллапсированном состоянии гели ПМОЭАФ эффективно связывают амфифильное лекарственное соединение гемфиброзил. Обратный переход геля в исходное набухшее состояние сопровождается выбросом (релизом) лекарства в окружающую среду. Сродство гелей к гемфиброзилу не зависит от ионной силы среды.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Программы ОХНМ РАН «Создание и изучение макромолекул и макромолекулярных структур новых поколений».

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ ПРЕПАРАТЫ НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА *BOMBYX MORI*

Милушева Р.Ю., Иноятова Ф.Х., Рахманова В.Н., Рашидова С.Ш.

*Институт химии и физики полимеров АН РУз, 100128, Ташкент,
ул. А.Кадыри 7 б, e-mail: milur@rambler.ru*

Принимая во внимание уникальные свойства хитина и хитозана, в последние годы значительно возрос интерес к изучению и практическому применению этих природных полимеров во многих областях, в том числе и медицине. Химическая лабильность хитозана позволяет, применяя относительно доступные технологии, получать его производные с различными физико-химическими и биологическими свойствами.

На основе хитозана *Bombyx mori*, полученного из отходов производства шелка синтезированы различные препараты с антибактериальными, иммуностимулирующими, гипополидемическими свойствами при практическом отсутствии токсического воздействия на организм. Препараты на основе хитозана испытаны на различных микробных культурах: стрептококки, синегнойная палочка и эшерехии в условиях *in vitro*. Антибактериальное действие препаратов позволяет рекомендовать их для лечения гнойно-воспалительных и кишечных инфекций. Выявлен положительный эффект действия препаратов на основе полимерметаллокомплекса Хз с Co^{2+} (препарат Гепатозан) в качестве гепатопротекторного средства в меньших дозах в сравнении с известным препаратом - цинарикс. Препарат Гепатозан оказывает выраженный кроветворный эффект при постгеморрагических анемиях, улучшает показатели периферической крови. Проведены доклинические исследования препаратов Гепатозан и Сульфопарин (сульфопроизводное хитозана). Показано, что при использовании сульфатированного хитозана значительно снижается агрегация тромбоцитов, укорачивается тромбоцитарное время. Сульфопарин приводит к существенному снижению показателей липидного обмена в сравнении с широко используемыми препаратами гемфибрилом и гепарином. Сульфопарин использован также при ожоговых ранах различной степени. Выявлено, что при ожогах III степени происходит активация репаративных процессов, вследствие способности хитозана к компактизации с ДНК клеток и последующей регенерации клеток. Комбинированный препарат на основе хитозана и активного кальция испытан при лечении остеопороза. Оценена морфологическая характеристика модифицированного хитозана и его влияние на формирование костной ткани. Выявлено, что этот препарат активизирует биологические функции соединений, отвечающих за формирование минерализации костных тканей, что способствует быстрой нормализации структуры костной ткани, устраняя признаки остеопороза.

ARTIFICIAL MUSCLES - SOFT & WET NANO-BIOMACHINE OF THE NEXT ERA

Osada Yoshihito

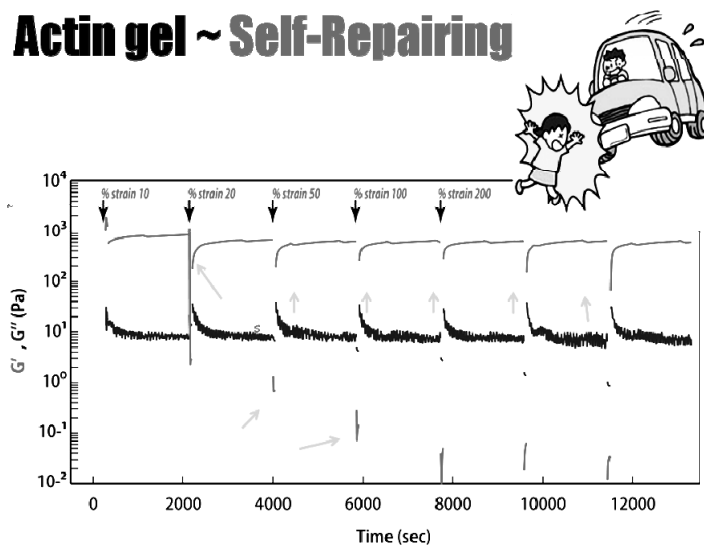
RIKEN Advanced Science Institute, Wako, Saitama, 351-0198, Japan, osadayoshi@riken.jp

We have been employing polymer gels to create biomimetic motility systems realizing motions by integrating the deformation on a molecular level^[1-7]. Examples include gel-looper, gelf (gel golf)^[1-3], shape memory gel actuators^[1-4], chemical motors^[5-6] etc. Regarding to this, we also developed soft- and wet-gels with extremely strong mechanical strength (Double-Network Gel)^[7] and extremely low surface friction^[8,9].

We report here new type of ATP fueled gel machines reconstructed from the muscle protein: actin –myosin^[10,11] and microtubule (MT)-chinesin^[12]. Chemically cross-linked protein gels moved along the immobilized motor proteins by coupling to ATP hydrolysis (**Nano-Biomachine**).

The point is these artificial bio-machines can move much increased velocity and much increased power (energy) than those of the native proteins. This means the covalently bound protein gels are able to exert **Emergent Function** cooperatively synchronizing and integrating between component network fibers. The mechanism will be discussed in detail.

Actin gel ~ Self-Repairing



References

- [1] Y. Osada, H. Okuzaki, H. Hori, *Nature*, 1992, 355, 242.
- [2] Y. Osada, S. B. Ross-Murphy, *Sci. Am.*, 1993, 268, 82.
- [3] Gong J. P., Osada Y. *Chem. Lett.*, 1995, p 449.; Atsuda A., Sato J., Yasunaga H., Osada Y., *Macromolecules*, 1994, 27, p. 7695.
- [4] Y. Osada, A. Matsuda, *Nature* 1995, 376, 219.
- [5] T. Mitsumata, J. P. Gong, Y. Osada, *Appl. Phys. Lett.*, 73, 2366 (1998)
- [6] T. Mitsumata, K. Ikeda, J. P. Gong, Y. Osada, *Langmuir*, 16, 307 (2000)
- [7] J. P. Gong, Y. Katsuyama, T. Kurokawa, Y. Osada, *Adv. Mater.*, 2003, 15, 1155.
- [8] T. Narita, A. Knabel, J. P. Munch, S. J. Candau, J. P. Gong, Y. Osada, *Macromolecules* 34, 5725, (2001)
- [9] D. Kaneko, T. Tada, T. Kurokawa, J. P. Gong, Y. Osada, *Adv. Mater.* 2005, 535.
- [10] Kakugo A., Sugimoto S., Gong J. P., Osada Y., *Advanced Materials*, 2002, 14, 1124-1126.
- [11] K. Sano, R. Kawamura, Y. Osada, *BioMacromol.*, 4173 (2011).
- [12] K. Sano, R. Kawamura, Y. Osada, *BioMacromol.*, 1409 (2011).

RADICAL POLYMERS DENSELY-GRAFTED ON A CURRENT COLLECTOR FOR CHARGE-TRANSPORT AND -STORAGE IN ORGANIC-BASED RECHARGEABLE DEVICES

Takahashi K.¹, Korolev K.², Bryuzgin E.²,
Navrotsky A.², Novakov I.², Oyaizu K.¹, Nishide H.¹

¹ Department of Applied Chemistry, Waseda University, Tokyo 169-8555, Japan

² Department of Chemistry, Volgograd State Technical University, 400005, Russia

E-mail: nishide@waseda.jp

We have been demonstrating radical polymers bearing redox-active but robust radical moieties in their repeating units as the electrode-active materials in energy devices with excellent charge-transport and -storage capability.¹⁻⁵ A large population of the radical sites in the polymer layer allows the efficient charge-transport throughout the layer by very rapid electron self-exchange reaction (**Chart**). In this paper, we have synthesized the nitroxide radical polymers densely-grafted on a current collector via well-controlled polymerization⁶⁻⁷ and electrochemically described the fast and efficient charge-transport in the grafted polymer layers.

References

1. Nishide, H.; Oyaizu, K. *Science* **2008**, 319, 737-738.
2. Suga, T.; Sugita, S.; Ohshiro, H.; Oyaizu, K.; Nishide, H. *Adv. Mater.* **2011**, 23, 751-754.
3. Suga, T.; Takeuchi, S.; Nishide, H. *Adv. Mater.* **2011**, 23, 5545-5549.
4. Kato, F.; Kikuchi, A.; Okuyama, T.; Oyaizu, K.; Nishide, H. *Angew. Chem. Int. Ed.* **2012**, 51, 10177-10180.
5. Chae, I. S.; Koyano, M.; Oyaizu, K.; Nishide, H. *J. Mater. Chem. A*, **2013**, 1, 1326-1333.
6. Hyakutake, T.; Navrotsky, A. V.; Morita, K.; Kato, J.; Sakaue, H.; Novakov, I. A.; Nishide, H. *Polym. Int.* **2010**, 59, 1436-1440.
7. Bryuzgin, E. V.; Takahashi, K.; Navrotsky, A. V.; Nishide, H.; Novakov, I. A. *Protect. Met. Phys. Chem. Surfaces* **2012**, 48, 184-190.

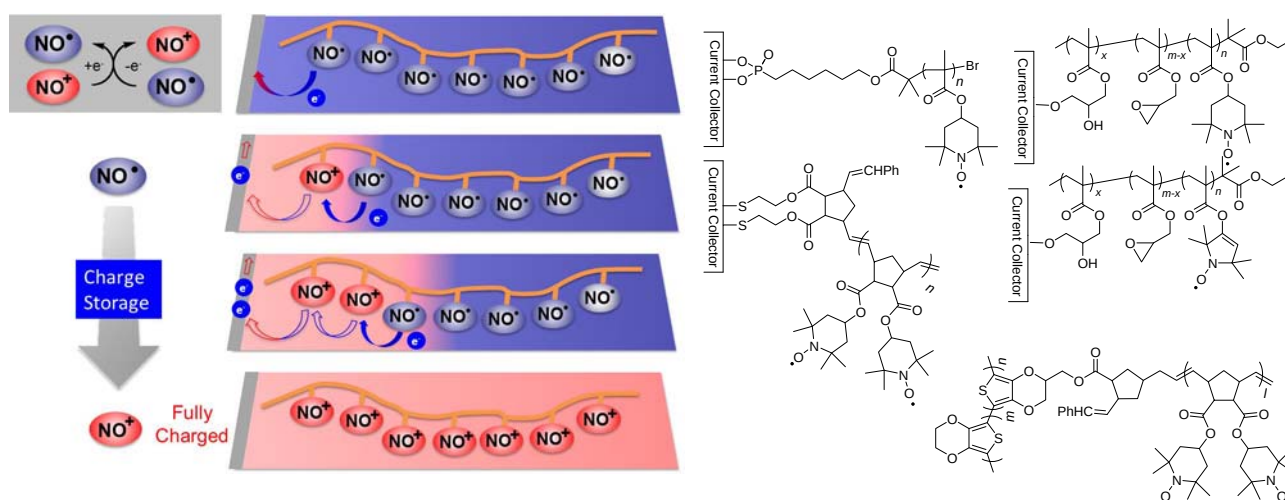


Chart Charge-transport and -storage in densely-grafted radical polymers by electron self-exchange reaction throughout the immobilized layer on a current collector.

РАВНОВЕСИЕ, КИНЕТИКА И ДИНАМИКА СОРБЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ПОЛИМЕРНЫХ СОРБЕНТАХ

Писарев О.А.

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт
высокомолекулярных соединений РАН», Россия 199004, г. С.-Петербург, В.О.,
Большой пр.31, pisarev@imc.macro.ru*

В докладе на основе данных по равновесию, кинетике и динамике сорбции биологически активных веществ на полимерных сорбентах рассмотрены способы осуществления эффективных «down-stream» процессов получения высокоочищенных субстанций лекарственных веществ из многокомпонентных смесей, а также процессов селективной гемосорбции.

Радикальной осадительной сополимеризацией карбоновых кислот и различных поливинильных сшивающих агентов синтезированы полимерные сорбенты с различной структурной организацией полимерной сетки: от гелевых до макропористых, структурно сегрегированных. На основании анализа асимптотических решений внутридиффузионной задачи фронтальной динамики сорбции предложен способ осуществления препаративных сорбционных процессов, когда разделение веществ определяется эффектом кинетической селективности сорбции. Для различных динамических режимов сорбции выведены критериальные неравенства, выполнение которых приводит к инверсии селективности сорбции компонентов сорбционной системы. В рамках бидисперсной модели сорбции проведен учет термодинамической и кинетической гетерогенности матриц полимерных сорбентов. Совокупность полученных равновесных, кинетических и динамических данных позволяет рассчитать параметры масштабирования селективных сорбционных процессов.

Рассмотрены «down-stream» процессы получения высокоочищенных субстанций противоопухолевых антибиотиков (рубомидина и доксорубидина), антибактериальных антибиотиков (эритромицина и эремомицина), гидролитических ферментов рибонуклеазы, дезоксирибонуклеазы, трипсина и химотрипсина, а также процессы селективной сорбции из плазмы крови мочевой кислоты (избыточное содержание её в крови приводит к гиперурикемии и подагре), глюкозы (сахарный диабет), холестерина (сердечно-сосудистые заболевания), эндотоксина (сепсис крови).

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 13-03-00445.

БИОРАЗЛАГАЕМЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИОЛЕФИНОВ И ПРИРОДНЫХ ПОЛИМЕРОВ

Попов А.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля Российской академии наук, г.Москва, ул. Косыгина, 4;

popov@sky.chph.ras.ru

К числу актуальных проблем относится задача придания биоразлагаемых свойств полиолефинам. Эта задача решалась путем создания композиций, содержащих компоненты растительного происхождения.

Проанализирована роль первичной структуры макромолекулы на примере гомополимеров полиэтилена и полипропилена и их сополимеров: сополимеры этилена с винилацетатом различного состава (СЭВА), блок- и стат-сополимеры пропилена с добавкой этилена; химической природы и процентного содержания добавки; надмолекулярной структуры композиций; компатибилизатора; масштабного фактора; технологии приготовления смесей и др.

В качестве биоразлагаемых наполнителей использовались добавки растительного происхождения, некоторые из которых являются отходами производств, крахмалы различных видов, целлюлоза, древесная мука хвойных и лиственных пород деревьев, соевая мука, дробина, льняная костра, лузга подсолнечника, листья березовые, кожура банана, лигносульфонат натрия, сено разнотравное, натуральный каучук.

Исследованы структура и свойства композиций, включая биоразложение, которое оценивалось по следующим параметрам: 1 – интенсивность роста микромицетов на образцах в лабораторных условиях (17 различных штаммов) на среде сусло-агар, на стандартных растворах Чапека и Гетченсона; 2 – выдержка в стандартизированном грунте в лабораторных условиях и параллельно на полигоне с периодическим измерением физико-химических параметров – изменение массы и химического состава, дефектность образцов и др.

Кроме того, проводились модельные опыты по воздействию на образцы агрессивных сред, водных растворов органических кислот 5%, как субстанций метаболизма микроорганизмов.

Установлено, что одним из основных факторов, определяющих интенсивность роста и развития микродеструктора, является степень доступности природного компонента, заключенного в синтетическую матрицу.

СИСТЕМА ДОСТАВКИ ПРОТИВОАЛЛЕРГЕННЫХ ВАКЦИН НА ОСНОВЕ НАНОЧАСТИЦ ХИТОЗАНА/АЛЬГИНАТА

**Решетов П.Д., Алексеева Л.Г., Каширина Е.И., Рязанцев Д.Ю., Прохоров А.В.,
Бержец В.М.¹, Zubov В.П., Свирщевская Е.В.**

*Институт биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова
Российской академии наук, Москва, Миклухо-Маклая, 16/10, 117997, esvir@mx.ibch.ru*

¹*Научно-исследовательский Институт вакцин и сывороток им. И.И. Мечникова» РАМН,
Малый Казенный пер., 5а, 105064, Москва*

Аллергия I типа опосредуется выбросом гистамина и других вазоактивных факторов при связывании IgE антителами аллергенов, поступающих через эпителиальные барьеры. Для лечения аллергии I типа используют специфическую иммунотерапию (СИТ) при введении низких доз аллергенов с целью выработки протективного иммунного ответа в виде IgG антител при отсутствии побочных эффектов. Однако при введении низких доз аллергенов СИТ является длительной и малоэффективной процедурой. Для увеличения эффективности и ускорения лечения требуется введение аллергенов в высоких дозах, но в такой форме, которая предотвращает распознавание аллергена IgE антителами. Известно, что IgE антитела распознают только конформационные эпитопы, что позволяет использовать для иммунизации линейные пептиды. Однако короткие пептиды не содержат достаточного количества Т-эпитопов, необходимых для активации иммунного ответа. Целью настоящей работы является получение конструкций типа ядро/оболочка на основе нетоксичных и биосовместимых полимеров, содержащих в ядре полноразмерный антиген, что препятствует связыванию этого аллергена с IgE, а на оболочке гипоаллергенные пептиды из этого аллергена, что обеспечивает улавливание антигена В-клетками и формирование эффективного иммунного ответа. Работу проводили на модели рекомбинантных белков-аллергенов Derf1 и Derf2 из клещей домашней пыли (КДП). В качестве полимера для формирования ядра использовали модифицированный хитозан (ММ 40 и 300 кДа), а для формирования оболочки - альгиновую кислоту (ММ 50 кДа). Хитозан модифицировали за счет введения остатков лауриновой и янтарной кислот и на основе лаурилсукциноилхитозана (ЛСХ) формировали наночастицы. Полученные препараты характеризовали методом ¹H-ЯМР. На полученных «ядрах» ЛСХ иммобилизовали полноразмерные рекомбинантные белки Derf1 и Derf2. Степень конденсации контролировали методом электрофореза в ПААГ. Диаметр ядер (50-150 нм) определяли методом динамического светорассеяния. Для формирования «оболочки» линейные пептиды белков Derf1 и Derf2 иммобилизовали на альгиновой кислоте в присутствии карбодиимида, степень конденсации контролировали методом ВЭЖХ. Сборку конструкции проводили в оптимальных условиях при постепенном добавлении суспензии ядер к раствору оболочки. Диаметр полученных наночастиц составил 150-250 нм. Панель полученных конструкций (ядра, оболочка, ядро/оболочка с пептидами белков Derf и иррелевантными пептидами из аллергена гриба *A. fumigatus* Asp f2) тестировали методом ИФА по способности связывать IgE антитела из сывороток больных с аллергией на КДП. При этом было установлено, что аллерген в составе ядер частично распознается IgE антителами. При упаковке ядер в оболочку альгината связывания с IgE антителами не наблюдается, что свидетельствует об эффективной упаковке аллергена в составе конструкции. При этом лучшие результаты были получены при анализе конструкции на основе ЛСХ с ММ 40 кДа.

Вакцина на основе разобщенных аллергенов может использоваться для ускоренной терапии аллергии. Такая конструкция может обеспечить более высокую эффективность вакцинации при сокращении сроков проведения терапии и повышении ее безопасности.

РАСПАД ПРОТОПЕКТИНА РАСТИТЕЛЬНЫХ КЛЕТОК В СТАТИКЕ И ДИНАМИКЕ ГИДРОЛИЗИРУЮЩЕГО РАСТВОРА И НЕКОТОРЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРОДУКТОВ РЕАКЦИИ

Халиков Д.Х., Горшкова Р.М., Махкамов Х.К., Мухидинов З.К.

Институт химии им. В.И. Никитина АН Республики Таджикистан, Душанбе,

dkhalikov@rambler.ru

Представлены результаты исследований по кислотному гидролизу протопектина (ПП) корзинки подсолнечника (КП) в статическом (СР) и динамическом (ДР) режимах, проведенные на основании представления о его распаде как совокупности последовательных химических реакций.

Полученный экстракт отделяли от остатков клетчатки, нейтрализовали до $\text{pH}=3,5$ и разделяли на три фракции, условно названные: микрогель (МГ) - набухающий в воде, пектиновые вещества (ПВ) – растворяющиеся в воде, но осаждающиеся в водно-спиртовом растворе и олигосахариды (ОС) – остающиеся в растворе в водной и водно-спиртовой среде.

Для продуктов распада ПП, полученных в СР, определены содержание звеньев галактуроновой кислоты (ГК) и нейтральных сахаров (НС), которые в МГ изменяются экстремально в зависимости от продолжительности гидролиза. По максимуму выхода МГ (ω_{max} (МГ)), времени (t_{max}) и содержания ПП («а») в исходном сырье, используя системы уравнения последовательной реакции первого порядка, методом компьютерного анализа, рассчитаны величина $\tau = k_2/k_1$, численные значения k_1 и k_2 для распада связей с остатками ГК и НС в ПП (k_1) и МГ (k_2). Показано, что для ГК, Rha, Xyl и Man величина τ меньше, а для суммы НС и Gal больше единицы. Это означает, что связи первой группы легче разрушаются в ПП, а второй группы - в МГ. Эти процессы приводят к возрастанию содержания ГК в МГ до величины более 80%. Данные по ДР обработаны на основе представления общего уравнения скорости химической реакции, протекающей в потоке, что позволило оценить основные параметры соответствующего уравнения и рассчитать константы скорости реакции и энергии активации (E_a) процесса распада ПП КП в последовательной реакции ($\text{ПП} \rightarrow \text{МГ} \rightarrow \text{ПВ}$).

Изучение сорбционной активности МГ и ПВ в отношении ионов Pb и Cu показало, что процесс протекает согласно модели Лэнгмюра, а их эффективность превышает таковую активированного угля и полифепана в 2-3 раза, в зависимости от природы полимера и сорбента сравнения. Эксперименты *in vivo* показали, что ОС обладают выраженной способностью двукратно ослаблять острое токсическое (наркотическое) действие этилового спирта. В докладе рассматриваются, также вопросы формирования микросфер на основе ПВ и белков для доставки лекарственного препарата в кишечное пространство.

НОВЫЕ МЕТОДЫ СИНТЕЗА ТИОЛИРОВАННЫХ НАНОЧАСТИЦ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В КАЧЕСТВЕ МУКОАДГЕЗИВНЫХ ТЕРАПЕВТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Хуторянский Виталий

Reading School of Pharmacy, University of Reading, Whiteknights, PO Box 224, Reading RG6 6AD, United Kingdom

Способность некоторых полимерных материалов к прилипанию и удерживанию на поверхности слизистых оболочек (мукоадгезия) в настоящее время находит широкое применение для создания терапевтических систем с пролонгированным высвобождением и улучшенной биодоступностью лекарственных препаратов [1]. Водорастворимые полимеры и наноматериалы на их основе обладают мукоадгезивными свойствами, однако, их способность к удерживанию на поверхности слизистых оболочек часто бывает недостаточна. В работах Bernkop-Schnurch с соавторами [2] показано, что химическая модификация таких полимеров посредством присоединения соединений содержащих тиольные группы позволяет значительно усилить мукоадгезивные свойства таких материалов.

Нами разработаны два способа получения тиолированных наночастиц посредством само-конденсации низкомолекулярных полифункциональных молекул с тиольными группами. Первый способ основан на само-конденсации 3-меркаптопропилтриметоксисилана в растворах диметилсульфоксида в присутствии атмосферного воздуха и основания (NaOH) [3,4]. Данный процесс приводит к формированию силикатных частиц с тиолированной поверхностью. Показана возможность химического модифицирования таких частиц путем ПЭГилирования и присоединения флюоресцентных молекул. Установлено, что тиолированные частицы обладают высокой мукоадгезивной способностью к роговице глаза, в то время как при их ПЭГилировании эти свойства теряются.

Вторым способом получения тиолированных частиц является реакция между пентаэритритол тетракис(3-меркаптопропионатом) и пентаэритритол тетракрилатом в диметилформамиде [5]. При использовании избытка пентаэритритол тетракис(3-меркаптопропионата) в реакционной смеси происходит формирование частиц с тиолированной поверхностью. Такие частицы показали способность набухать в полярных органических растворителях, склонность к биodeградации из-за гидролитического расщепления сложноэфирных связей и мукоадгезивные свойства. Показана возможность применения данных частиц для удерживания лекарственных препаратов на поверхности слизистой мочевого пузыря.

1. V.V. Khutoryanskiy, *Macromol. Biosci.* 2011, 11, 748
2. A. Bernkop-Schnurch, *Adv. Drug Deliv. Rev.* 2005, 57, 1569.
3. G.S. Irmukhametova, G.A. Mun, V.V. Khutoryanskiy, *Langmuir* 2011, 27, 9551.
4. G.S. Irmukhametova, B.J. Fraser, J.L. Keddie, G.A. Mun, V.V. Khutoryanskiy, *Langmuir* 2012, 28, 299.
5. A. Storha, E.A. Mun, V.V. Khutoryanskiy, *RSC Advances*, 2013, 3, 12275.

БИОСОВМЕСТИМЫЕ БИОРАЗЛАГАЕМЫЕ ПОЛИМЕРЫ В РЕГЕНЕРАТИВНОЙ МЕДИЦИНЕ

Чвалун С.Н.^{1,2}

¹ *Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»*

² *ИСПМ им. Н.С. Ениколопова РАН*

e-mail: s-chvalun@yandex.ru

Регенеративная медицина - быстро развивающаяся отрасль науки направлена на создание живой ткани для восстановления функций органа, потерявшего дееспособность из-за травмы, заболевания или старения она базируется на использовании клеточных механизмов восстановления. Регенеративная медицина способна заменить трансплантацию человеческих донорских органов имплантацией биоискусственных систем, содержащих клеточные культуры, развивающиеся на объемном трехмерно структурированном биосовместимом носителе – матриксе искусственного происхождения, обладающем необходимой структурой. Предпринимаются попытки использования различных полимерных материалов в сочетании с различными типами клеток для восстановления целостности кожи, хрящей сосудов, нервной ткани, печени и других органов.

Для создания полимерных и композиционных матрикс с заданной морфологией и комплексом свойств были разработаны и применены различные методы: электроспиннинга, сублимационной сушки, совмещенные с иммобилизацией активных соединений, лекарственных средств, факторов роста и наночастиц. Введение различных активных соединений в полимерную матрицу позволяет придать получаемым материалам широкий спектр функциональных свойств (антимикробные, гемостатические, ростостимулирующие). Примененные подходы и методы позволили получать материалы широкого биомедицинского применения, в частности, для покрытий на раны и ожоги, исключающих образование рубцов и шрамов, гемостатирующих губок и тампонов, наноструктурированных матриц для тканеинженерных конструкций, пригодных для коррекции и восстановления различных органов и тканей при разнообразных заболеваниях и травмах.

Проведенные медико-биологические исследования изделий с включением в их состав клеточных компонентов кожи, кератиноцитов и фибробластов линий hTERT показали, что полученные материалы нетоксичны, обладают высокими показателями адгезии, первичные фибробласты и кератиноциты хорошо проникают внутрь нетканых материалов и пролиферируют в толще образцов.. Разработанные материалы и изделия могут найти применение в хирургических клиниках, противоожоговых центрах, центрах репаративного восстановления органов и тканей, травмопунктах.

СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА В МАТРИЦЕ КАРБОКСИМЕТИЛХИТИНА И БАКТЕРИЦИДНАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЛУЧЕННЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ

Александрова В.А.¹, Широкова Л.Н.¹, Петросян А.С.¹, Вихорева Г.А.²

¹*Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева Российской академии наук,*

Российская Федерация, 119991 Москва, Ленинский пр., 29

²*Московский Государственный Университет дизайна и технологий, Российская Федерация,*

Москва

E-mail: alexandrova@ips.ac.ru

В настоящее время большой интерес исследователей привлекают методы, позволяющие проводить синтез наночастиц при восстановлении ионов металлов непосредственно в полимерных матрицах. Выбор полиэлектролитов – производных хитина для создания таких систем обусловлен уникальным комплексом свойств этих полимеров, таких как низкая токсичность, биосовместимость, возможность биодеструкции, способность образовывать волокна, пленки и другие материалы, широко применяемые в биологии и медицине.

Радиационно-химическое восстановление наночастиц из ионов серебра осуществляли непосредственно в матрице водорастворимого производного хитина – 6-О-карбоксиметилхитина (КМХ) с использованием γ -облучения. Установлено, что исходная концентрация раствора КМХ и ионов Ag^+ , а также доза γ -облучения (2-10 кГр) оказывает существенное влияние на размер и форму образующихся наночастиц серебра, наличие которых подтверждали с использованием УФ-Вид-спектроскопии и ПЭМ.

Для изучения закономерностей образования наночастиц серебра, формирующихся в результате радиационно-химического восстановления ионов, было исследовано влияние pH среды на взаимодействие макромолекул КМХ, полученных в 3-х различных формах (солевой, кислой и смешанной), имеющих различную степень ионизации карбоксильных групп, с катионами серебра. Была изучена сорбционная способность 3-х форм КМХ по отношению к ионам серебра, которую характеризовали величиной степени заполнения макромолекул катионами серебра. На основе анализа полученных результатов выявлено влияние степени ионизации карбоксильных групп КМХ на размер и форму наночастиц серебра (1-10 нм), образующихся при радиационно-химическом восстановлении катионов серебра, связанных в комплекс с КМХ. В опытах *in vitro* установлено, что созданные биodeградируемые нанокomпозитные материалы (растворы и пленки) проявляют выраженную концентрационнозависимую бактерицидную активность по отношению к штаммам как грамположительных *Staphilococcus aureus*, так и грамотрицательных *Salmonella tythimurium* бактерий.

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ПОЛИУРЕТАНОВОГО ЭНДОПРОТЕЗА МЕЖФАЛАНГОВОГО СУСТАВА ПАЛЬЦА

Беляев А.Ю., Лебедев С.Н., Соколов А.К.

*Институт механики сплошных сред УрО РАН 614013 Пермь, ул. Акад. Королёва, 1
belyaev@icmm.ru*

Имплантаты, предназначенные для длительного использования внутри организма человека, нуждаются в полной химико-биологической совместимости, требуют тесной интеграции в ткани человека. Ионно-плазменная обработка поверхности полиуретанового материала позволяет получить карбонизированный слой, что дает возможность изготовления биологически активных имплантатов.

Помимо биологической совместимости так же остро стоит вопрос о механической совместимости имплантов. Упругие и прочностные свойства материала имплантата должны быть достаточными, чтобы функциональные механические нагрузки не вызвали его разрушения, что может привести к резорбции (рассасывание) или некрозу (местная гибель ткани, разрушение клеток). В работе рассматривается проблемы использования эндопротеза сустава пальца, в котором рабочая часть создана из полиуретанового материала и покрыта карбонизированным слоем. В вычислительных экспериментах полиуретан рассматривался как гиперупругий материал. Карбонизированный слой, который получают с помощью ионно-плазменной обработки, представляет собой хрупкий материал. Деформация имплантата приводит к тому, что карбонизированный слой на всей поверхности растрескивается. При дальнейшей деформации промежутки между чешуйками, образованными растрескиванием карбонизированного слоя, играют роль концентраторов напряжений для полиуретановой подложки, что может привести к росту остаточных деформаций, к развитию поврежденности материала.

В связи с этим, были осуществлены компьютерные эксперименты с использованием метода конечных элементов для оценки влияния карбонизированного слоя на напряженно-деформированное состояние полиуретановой части эндопротеза. Влияние карбонизированного слоя после растрескивания на напряженно-деформированное состояние полиуретана исследовано на модели с ячейкой периодичности, состоящей из подложки с расположенными на ней пластинками углерода. Пластинки в модели представляют собой части растрескавшегося карбонизированного слоя. Была проведена оценка напряжений и деформации полиуретановой подложки в местах концентрации напряжений (около осколков слоя). Исследование проводилось на масштабах сопоставимых с микрометрами. Вычислительные эксперименты позволили выяснить, какие деформации около концентраторов напряжений способны вызвать разрушение полиуретана.

Осуществленные вычислительные эксперименты состояния нагруженного эндопротеза сустава пальца позволили количественно определить поля напряжений и деформаций деформации в материале. Сравнение их с полученными результатами на ячейке периодичности позволили установить связь между степенью растрескивания карбонизированного слоя и повреждающим действием осколков слоя на полиуретановый материал.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ по проекту № 13-01-96009 p_урал_a.

ЭНЕРГЕТИКА И СТРУКТУРА САМООРГАНИЗАЦИИ БЕЛКОВОПОДОБНЫХ И СЛУЧАЙНЫХ СОПОЛИМЕРОВ N-ИЗОПРОПИЛАКРИЛАМИДА СО СТИРОЛСУЛЬФОНАТОМ НАТРИЯ

**Бурова Т.В.¹, Гринберг Н.В.¹, Тур Д.Р.¹, Гринберг В.Я.¹, Василевская В.В.¹,
Дубовик А.С.², Плащина И.Г.², Лаптинская Т.В.³, Хохлов А.Р.³,
Xiong Y.⁴, Yao P.⁴**

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт
элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН, burova@ineos.ac.ru

²Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт
биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН

³Физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова

⁴Fudan University, Shanghai, China

Случайные и белковоподобные («квазиблочные») сополимеры N-изопропилакриламида со стиролсульфонатом натрия одинакового состава синтезированы в водной среде при температуре 20 и 70 °С. Термотропная самоорганизация водных растворов сополимеров исследована методами динамического светорассеяния, вискозиметрии и высокочувствительной дифференциальной сканирующей калориметрии. Независимо от заряда сополимера, вид самоорганизации определяется типом распределения сомономеров по цепи: при случайном распределении наблюдается фазовое расслоение раствора, а при «квазиблочном» – белковоподобный конформационный переход в растворе. В бессолевой среде это молекулярный переход «клубок ↔ глобула», а в присутствии соли – сопряженные последовательные переходы «клубок ↔ глобула ↔ кластер из глобул». Термодинамические параметры (температура, энтальпия и инкремент теплоемкости) переходов случайных и белковоподобных сополимеров мало различаются. С другой стороны, ширина перехода белковоподобного сополимера всегда больше ширины перехода случайного. Получены оценки изменения доступной поверхности и гидродинамического радиуса белковоподобных сополимеров при переходе «клубок ↔ глобула». Они позволяют судить о возможной структуре сополимеров в глобулярном состоянии. Электростатическое взаимодействие заряженных групп как в случайных, так и в белковоподобных сополимерах не вносит существенного вклада в энергетику их самоорганизации.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (проект 11-03-00320).

ХИМИЧЕСКАЯ МОДИФИКАЦИЯ БЕЛКОВ ДЛЯ ПРОГРАММИРУЕМОГО И ОБРАТИМОГО ИЗМЕНЕНИЯ ИХ АКТИВНОСТИ

Валуев И.Л.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Трудового Красного Знамени Институт нефтехимического синтеза им. А.В.Топчиева Российской академии наук (ИНХС РАН) 119991 Москва, Ленинский проспект, 29, ivaluev@ips.ac.ru

Реакцией псевдоживой радикальной полимеризации синтезированы обладающие нижней критической температурой смешения (НКТС) блок-сополимеры N,N-диэтилакриламида с акриловой кислотой с числом блоков различной длины от двух до четырех. Взаимодействием синтезированных сополимеров с овомукоидом – полифункциональным ингибитором протеолитических ферментов, были получены производные ингибитора, содержащие от одной до пяти цепей синтетического полимера.

Показано, что при температуре ниже НКТС модификация овомукоида синтетическими сополимерами приводит к снижению количества связываемых овомукоидом молекул трипсина. Активность овомукоида по отношению к химотрипсину при этом лишь слегка уменьшается.

Нагревание раствора выше НКТС приводит к резкому снижению антитриптической активности ингибитора и возрастанию в той же степени активности овомукоида по отношению к химотрипсину. Это означает, что в результате гидрофобизации части гибридной системы «белок-полимер» при конформационном переходе полимерной цепи происходит трансформации части антитриптических центров ингибитора в антихимотриптические. «Гидрофобизованные» антитриптические центры начинают узнавать химотрипсин и связываться с ним.

Изменения антиферментной активности модифицированного овомукоида носит обратимый характер. Охлаждение раствора до температуры ниже НКТС приводит к повышению антитриптической и снижению антихимотриптической активности ингибитора. Именно обратимость изменения активности при модификации овомукоида «умным» полимером и отличает эту реакцию от модификации белков обычными низко- или высокомолекулярными соединениями.

Работа была выполнена в рамках программы Президиума РАН «Фундаментальные науки – медицине» при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 12-08-00123).

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ МИКРОСФЕРЫ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИММУНОДИАГНОСТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Грицкова И.А., Ежова А.А., Милушкова Е.В.

Московский государственный университет тонких химических технологий им.

М.В.Ломоносова,

Москва, проспект Вернадского д.86, anyakaa@yandex.ru

Полимерные микросферы широко используются для создания тест-систем основанных на реакции латексной агглютенации РЛА. В этом случае к полимерным микросферам предъявляются следующие требования: узкое распределение частиц по размерам, устойчивость в физиологических растворах и наличие функциональных групп на поверхности.

Одним из способов синтеза частиц с такими свойствами является полимеризация гидрофобных мономеров в присутствии нерастворимых в воде ПАВ. В данной работе в качестве таких ПАВ были использованы кремнийорганические вещества со структурой типа гемини-ПАВ, содержащие концевые гидрофильные группы карбоксильные, гидроксильные и эпоксидные. Несмотря на то, что эти ПАВ нерастворимы в воде, они образуют прямые эмульсии типа «масло в воде», что обусловлено формированием в межфазном слое частиц структурно-механического фактора устойчивости. Для выяснения возможности синтеза полимерных микросфер с узким распределением частиц по размерам с различным диаметром было изучено влияние соотношения фаз, температуры, концентрации ПАВ и инициатора.

В данной работе в качестве гемини-ПАВ были использованы α,ω -бис[3-глицидоксипропил]полидиметилсилоксан ($\text{KC}(\text{CH}_2\text{OCH}_2)$), α,ω -бис[10-карбоксидецил]полидиметилсилоксан $\text{KC}(\text{COOH})$ и α,ω -бис[гидрокси-9-этоксипропил]полидиметилсилоксан, Пента-81.

Проведенные исследования позволили синтезировать полистирольные микросферы с диаметрами с узким распределением по размерам и содержащие на поверхности функциональные группы. Полученные полистирольные суспензии удовлетворяют требованиям, предъявляемым при создании диагностических тест-систем.

СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ГИБРИДНЫХ НАНОСТРУКТУР НА ОСНОВЕ ХИМОТРИПСИНА И НАНОЧАСТИЦ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Ершов Д.Ю., Киппер А.И., Боровикова Л.Н., Титова А.В., Писарев О.А.

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт
высокомолекулярных соединений РАН»*

Россия, Санкт-Петербург, 199004, Большой пр. В.О., д. 31

serp-and-molot@mail.ru

Потенциал использования ферментов в энзимотерапии ограничен невысокой стабильностью свободных ферментов во внутренней среде макроорганизма, а в случае их иммобилизации на полимерах - недостаточной каталитической активностью полученного препарата. Для решения данной проблемы очень перспективной представляется идея модификации ферментов наночастицами биогенных элементов, в частности, серебра и селена. Иммобилизация ферментов на наночастицах, обладающих собственной биологической активностью, дает возможность совмещения различных полезных биологических свойств в одном нанокompозите. Состав и количество компонентов в нанокompозите можно регулировать в зависимости от поставленных конкретных задач медицины или биотехнологии.

Разработаны методы синтеза наночастиц серебра и селена и нанокompлексов химотрипсин - селен и химотрипсин - серебро. Показано, что агрегативная стабильность нанокompлексов определялась условиями их получения, а также зависела от pH среды и концентрационного соотношения наночастица:химотрипсин. Показано, что «защитное» действие химотрипсина связано с его гидрофобной адсорбцией на поверхности наночастиц, и соответственно, гидрофилизацией их поверхности за счет ионизованных групп белка. Методом динамического рассеяния света исследованы размерные характеристики нанокompлексов ферментов в водных и солевых растворах. Модифицированным методом Кунитца определены оптимальные соотношения между количеством наночастиц и белка в поликompлексе, при которых наноструктурированная ферментативная система обладала повышенной гидролитической активностью (в сравнении со свободным ферментом).

В результате установлены основные закономерности процессов самоорганизации гибридных наноструктур на основе химотрипсина. Это в дальнейшем позволит разработать пути целенаправленного синтеза полифункциональных гибридных наноматериалов для медицины, фармацевтики и биотехнологии.

МНОГОКОМПОНЕНТНЫЕ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ДНК. ФОРМИРОВАНИЕ, ИЗУЧЕНИЕ, ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

Касьяненко Н.А., Лысякова Л.А., Соколов П.А., Ревегук З.В., Zhang Qiushi

Физический факультет Санкт-Петербургского государственного университета, Санкт-Петербург, Петродворец, Ульяновская ул. 1, n.kasyanenko@spbu.ru

В настоящее время биополимеры активно используются в качестве материала для создания различных систем и устройств, находящих применение в новых технологиях, причем не только в биологических и медицинских разработках. В связи с этим самосборка надмолекулярных структур в растворах ДНК, а также формирование систем с внедрением металлических нанообъектов является предметом пристального анализа.

В работе анализируется взаимодействие молекулы ДНК с рядом заряженных соединений (полимерами, олигомерами, ионами металлов, поверхностно активными соединениями) в растворе, приводящее к компактизации макромолекулы с образованием упорядоченных структур. Особое место среди подобных систем занимают комплексы ДНК с фоточувствительными поверхностно активными веществами (ПАВ), позволяющие производить обратимую фотоиндуцированную компактизацию ДНК в растворе. В качестве ПАВ используются азобензол-содержащие вещества, меняющие конформацию при облучении светом в ультрафиолетовом и видимом диапазоне. Проводится сопоставление действия компактизирующих агентов различной структуры и построены фазовые диаграммы для изучаемых систем. Рассматривается возможность формирования надмолекулярных структур, содержащих наночастицы и нанокластеры металлов. Для анализа структуры самоорганизующихся систем и базовых компонентов использовали методы атомной силовой микроскопии, вискозиметрии, спектрофотометрии, кругового дихроизма, гель-электрофореза, динамического светорассеяния.

Работа поддержана грантом РФФИ № 13-03-01192 и грантом СПбГУ 11.38.644.2013

МОДИФИЦИРОВАННЫЕ В ПЛАЗМЕ ТРЕКОВЫЕ МЕМБРАНЫ КАК ДРЕНАЖНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ РЕФРАКТЕРНОЙ ГЛАУКОМЫ

Кравец Л.И.¹, Елинсон В.М.², Рязанцева Т.В.³

¹*Объединенный институт ядерных исследований, Лаборатория ядерных реакций им. Г.Н. Флерова, 141980 Дубна, ул. Жолио-Кюри, 6*

²*“МАТИ” – Российский государственный технологический университет
им. К.Э. Циолковского, 121552 Москва, ул. Оршанская, 3*

³*Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского,
410012 Саратов, ул. Большая Казачья, 112
kravets@lnr.jinr.ru*

Наиболее перспективными дренажными материалами при проведении хирургического лечения рефрактерной глаукомы являются дренажи из полимерных материалов медицинского класса чистоты – эксплантодренажи. Основной задачей на пути создания высокоэффективных эксплантодренажей при этом является поиск биосовместимых материалов, которые благодаря своей форме и структуре могли бы препятствовать раннему рубцеванию и сохранить пути оттока внутриглазной жидкости (ВГЖ). В данной работе представлены результаты исследований по воздействию ВЧ-разряда в атмосфере неполимеризующихся газов (азоте, воздухе, кислороде) на структуру и поверхностные свойства полиэтилентерефталатных трековых мембран (ПЭТФ ТМ), а также результаты проведенных экспериментальных и клинических исследований по применению ПЭТФ ТМ с модифицированной поверхностью в качестве эксплантодренажа для хирургического лечения рефрактерной глаукомы. Показано, что обработка ПЭТФ ТМ в плазме неполимеризующихся газов вызывает улучшение целого ряда свойств ПЭТФ ТМ. Так, увеличение содержания карбоксильных групп в поверхностном слое мембран приводит к повышению степени их гидрофильности. Развитие микрогетерогенности поверхности мембран и их гидрофилизация обуславливают повышение смачиваемости, что приводит к уменьшению адсорбции белков и других составляющих ВГЖ, а также клеток крови. Использование для антиглаукоматозных операций в качестве эксплантодренажа ПЭТФ ТМ с модифицированной в плазме поверхностью способствуют избежать формирования вокруг них грубой соединительно-тканной капсулы и добиться длительного сохранения сформированных путей оттока ВГЖ. Разработанный эксплантодренаж, кроме того, не обладает местно-раздражающим, сенсibiliзирующим действием и соответствует требованиям, предъявляемым к изделиям, постоянно контактирующим с внутренней средой глаза.

СИНТЕЗ И ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ ПАРА-ДИОКСАНОНА, ϵ -КАПРОЛАКТОНА И ТРИМЕТИЛЕНКАРБОНАТА

Кузнецов В.А., Пестов А.В., Ятлук Ю.Г.

Институт органического синтеза им. И. Я. Постовского УрО РАН, 620990, г.

Екатеринбург, ул. С.Ковалевской, 22 / Академическая, 20; kuznetsov@ios.uran.ru

В настоящее время, хирургические нити и имплантаты на основе синтетических биоабсорбируемых полимеров активно вытесняют изделия на основе классических материалов. В России производство биоабсорбируемых полимеров не превышает 500 кг/год и представлено производствами гомо- и сополимеров гликолида и d,l-/l-лактида (г. Екатеринбург), полигидроксibuтирата (г. Красноярск). Помимо них большую ценность в качестве медицинских материалов так же представляют гомо- и сополимеры на основе парадиоксанона, ϵ -капролактона и триметиленкарбоната. Разработка методов синтеза указанных мономеров и эффективных инициаторов их полимеризации на основе доступного отечественного сырья являются важными задачами.

Нами разработаны новые методы синтеза пара-диоксанона из этиленгликоля, ϵ -капролактона окислением циклогексанона по реакции Байера-Виллиджера, новые бесфосгенные методы синтеза диалкил- и алкиленкарбонатов, в том числе триметиленкарбоната. Выходы мономеров составляют 70-80% при чистоте 100% по ГЖХ.

Разработаны иницирующая система и метод полимеризации пара-диоксанона, позволяющие получить полимер с молекулярной массой 450 тыс. Да. Из полученного полимера изготовлены образцы хирургической мононити.

Впервые исследованы комплексы хлорида олова (II) с 1,4-диоксаном и 1,2-диметоксиэтаном в качестве инициаторов полимеризации лактонов, лактидов и циклических карбонатов в интервале температур 80-200°C. Предложенные инициаторы обеспечивают получение полимеров с большей молекулярной массой и конверсией мономеров по сравнению с распространёнными инициаторами на основе олова (II) и (IV), в том числе 2-этилгексаноатом олова (II). В виду высокой эффективности и возможности дешёвого синтеза из отечественного сырья, предложенные комплексы могут быть использованы для полимеризации лактидов, лактонов и циклических карбонатов в промышленных объёмах.

На основе полученных полимеров разработано покрытие для плетёных хирургических нитей и изготовлены хирургические имплантаты.

Работа выполнена при финансовой поддержке Правительства Свердловской области и РФФИ в рамках научного проекта № 13-03-96085 p_урал_a.

ЗНАЧЕНИЕ СЕТЧАТОЙ СТРУКТУРЫ КАТИОННЫХ НАНОГЕЛЕЙ ДЛЯ ИХ СПОСОБНОСТИ ОБЛЕГЧАТЬ ДОСТАВКУ НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ В ЖИВЫЕ КЛЕТКИ

**Мелик-Нубаров Н.С., Максимова Е.Д., Изумрудов В.А., Никонова А.А.,
Файзулов Е.Б., Ежов А.А.**

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Химический
факультет, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 3, melik.nubarov@genebee.msu.ru*

Наногели представляют собой сшитые полимерные макромолекулы сетчатой архитектуры и имеющие гидродинамический размер порядка десятков-сотен нанометров. В последнее десятилетие предложено множество подходов к синтезу наногелей, которые предлагается использовать в качестве наноконтейнеров для доставки лекарств и генетического материала в живые клетки. В настоящей работе впервые проведено систематическое исследование роли сетчатой структуры катионных наногелей для их способности доставлять нуклеиновые кислоты в живые клетки.

В работе предлагается синтез сетчатого полимера в системе обращенных мицелл неионогенного ПАВ Бридж-97. Получены частицы со средним гидродинамическим радиусом около 40-50 нм, имеющие узкое молекулярно-массовое распределение. Сетчатая структура полимеров доказывается тем, что лишь не более половины его аминогрупп доступны для взаимодействия с полистиролсульфонатом натрия и лишь около 10% может принимать участие во взаимодействии с ДНК. В то же время никаких ограничений во взаимодействии аминогрупп с низкомолекулярными кислотами не наблюдается.

Исследование цитотоксичности полученных полимеров на клетках яичников китайского хомячка СНО показало, что сетчатые полимеры проявляют заметно меньшую токсичность, которая уменьшается с увеличением доли сшивающего агента в составе наногеля. Комплексы наногелей с плазмидной ДНК, несущей ген светляковой люциферазы, трансфецировали эукариотические клетки в культуральной среде, а продукты взаимодействия наногелей с малыми интерферирующими РНК подавляли экспрессию маркерного фермента, причем в обеих системах замена линейного полиамина на наногель существенно повышала эффективность доставки. Результаты работы свидетельствуют о перспективности предложенного подхода для создания катионных носителей для доставки генетического материала в живые клетки.

ВЕКТОРНЫЕ НАНОГЕЛИ ДЛЯ АДРЕСНОЙ ДОСТАВКИ ПРОТИВОРАКОВЫХ ПРЕПАРАТОВ В ОПУХОЛЬ МОЗГА

Нуколова Н.В.^{1,2}, Баклаушев В.П.^{1,3}, Халанский А.С.⁴, Абакумова Т.О.¹, Бычков Д.А.²,
Гриненко Н.Ф.¹, Губский И.Л.³, Кабанов А.В.^{2,5}, Чехонин В.П.^{1,3}

nnukolova@gmail.com

¹ ФГБУ «ГНЦССП им. В.П.Сербского» Минздрава РФ, Россия

² МГУ имени М.В.Ломоносова, Химический факультет, Россия

³ ГБОУ ВПО РНИМУ им. Н.И.Пирогова Минздрава РФ, Россия

⁴ НИИ морфологии человека РАМН, Россия

⁵ Университет Северной Каролины в Чапел-Хилл, Фармацевтическое отделение, США

Введение: В структуре нейроонкологических заболеваний 40-45% принадлежит глиомам. Целью исследования являлось создание наноконтейнеров, модифицированных моноклональными антителами к коннексину-43 (Cx43) или к специфическим анионным транспортерам BSAT1 в качестве векторных групп, для адресной доставки лекарственных препаратов (цисплатин) в глиому (101/8 и С6). **Методы:** Наногели были эффективно загружены цисплатином и конъюгированы с антителами. Цитотоксичность и внутриклеточный захват препаратов оценивали на клетках глиомы. Противоопухолевую активность наногелей, загруженных цисплатином, изучали на модели глиомы на крысах. Эффективность препаратов оценивали по: 1) изменению объема опухоли (магнитно-резонансная томография), 2) потере массы тела и 3) средней продолжительности жизни животных. **Результаты:** Получены и охарактеризованы векторные наногели - отрицательно заряженные частицы (90-110 нм) с высокой емкостью загрузки цисплатином (до 35%) и активными конъюгированными антителами. В глиомных клетках уровень накопления был значительно выше для векторных наногелей по сравнению с не векторной системой, что влияло на усиление их цитотоксического действия. Торможение роста опухоли, снижение системной токсичности и значительное увеличение средней продолжительности жизни животных были более выражены в группе векторных наногелей, загруженных лекарством. **Вывод:** Получены высокоселективные по отношению к глиомным клеткам системы адресной доставки противоопухолевых препаратов. **Благодарности.** Работа выполнена при поддержке гранта Министерства образования и науки РФ 11G34.31.0004 и гранта Президента РФ для молодых ученых МК-7114.2012.7.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛИУРЕТАНОВЫХ ПЛЕНОК ПОСЛЕ НАХОЖДЕНИЯ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА

***Осоргина И.В., **Плаксин С.А., ***Морозов И.А., ***Шадрин В.В.**

**Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь, ул.*

Букирева, 15, osorgina@psu.ru,

***Пермская государственная медицинская академия, г. Пермь, ул. Сибирская, 13,*

****Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт механики
сплошных сред УрО РАН, 614013 г. Пермь, ул. ак. Королева д. 1.*

Пленки-оболочки толщиной 0,2 - 0,3 мм изготовлены по растворной технологии из полиуретана на основе простого олигоэфира, представляющий собой сополимер полиоксипропиленгликоля (ПОП) и политетрагидрофурана (ПФ) и 2,4-толуилендиизоцианата (ТДИ). Отверждение проведено 3,3-дихлор-4,4-диаминодифенилметаном (Диамет-Х). После проведенных предварительных исследований тонкие полиуретановые оболочки, заполненные силиконовым гелем (маммапротез) были имплантированы в организм женщин и через определенное время (от 2 месяцев до 18 лет) извлечены.

Изучены поверхность и механические характеристики четырех полиуретановых пленок, находившихся в организме 9 и 18 лет по сравнению с контрольной, хранившейся 18 лет вне организма.

Проведенное изучение пленок показало, что:

их механические характеристики (разрывная прочность и разрывное напряжение) улучшаются при нахождении в организме по сравнению с контрольной пленкой, при этом гладкие и шершавые образцы имеют разные механические свойства;

на их поверхности находится кальцинированный слой, толщина, состав и равномерность которого зависит как от времени нахождения в организме, так и от индивидуальных особенностей человека.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования Пермского края по программе "Международных исследовательских групп".
Соглашение № С-26/632 от 19.12.2012.

БИОРАЗЛАГАЕМЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ И ПРИРОДНЫХ ПОЛИМЕРОВ: ПОЛУЧЕНИЕ, СТРУКТУРА, СВОЙСТВА

Роговина С.З., Алексанян К.В., Прут Э.В.

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химической физики
им. Н.Н. Семенова Российской академии наук, Москва, ул. Косыгина, 4, e-mail:
s.rogovina@mail.ru*

В связи с постоянно возрастающими объемами производства полимеров, приводящих к загрязнению окружающей среды, вопросы их утилизации приобретают все более актуальное значение. Решение этой проблемы может быть достигнуто путем создания биоразлагаемых полимерных материалов, которые могли бы распадаться под действием окружающей среды. Наиболее эффективным и экономически выгодным представляется получение биоразлагаемых полимерных композиций смешением синтетических и природных полимеров, способных к биоразложению, поскольку этот метод позволяет утилизировать такие многотоннажные промышленные полимеры как ПЭ, ПВХ и т.д. Особый интерес среди подобных композиций представляют их смеси с легко разлагающимися в естественных условиях и постоянно воспроизводимыми полисахаридами. Для создания биоразлагаемых полимерных композиций был использован экологически чистый твердофазный метод смешения полимеров в условиях воздействия высокотемпературных сдвиговых деформаций. Новизна и преимущество метода заключаются в том, что при его применении может образовываться полимерный порошок с повышенным гомогенным распределением компонентов даже в том случае, когда одним из компонентов измельчаемой системы является неплавкий полимер. Этим методом были получены двойные композиции ПЭНП с различными полисахаридами, исследовано влияние условий получения на образование и формирование структурно-упорядоченных композиционных систем, включающих в себя компоненты различной природы, изучены их механические свойства, морфология, особенности термо- и фотодеструкции, а также способность к биоразложению в зависимости от природы и состава входящих в них компонентов. С целью увеличения биоразлагаемости были разработаны композиции, содержащие в качестве третьего компонента ПЭО, и композиции, состоящие из двух полисахаридов и ПЭНП, а также полностью биоразлагаемые системы на основе полилактида и полисахаридов. Сравнительная оценка способности к биоразложению исследуемых композиций демонстрирует возможность использования различных подходов для увеличения биоразлагаемости создаваемых материалов.

КОМПЛЕКСЫ АНИОННЫХ ЛИПОСОМ И ЗВЕЗДООБРАЗНЫХ ПОЛИКАТИОНОВ КАК МАЛОТОКСИЧНЫЕ МУЛЬТИФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ НАНОКОНТЕЙНЕРЫ

Сыбачин А.В., Заборова О.В., Мелик-Нубаров Н.С., Пергушов Д.В., Plamper F., Ярославов А.А.

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 119991, Москва,
Ленинские горы, 1-3*

Липосомы, сферические бислойные везикулы, давно используются в качестве контейнеров для доставки биологически активных веществ. Благодаря уникальной структуре липосом, в них можно инкапсулировать как гидрофильные вещества – во внутреннюю полость, так и гидрофобные – в область жирных хвостов липидов. В то же время липосомальные контейнеры обладают рядом существенных недостатков (низкая термодинамическая стабильность, малый объём контейнера, отсутствие векторных свойств и т.д.), что ограничивает область их применения. Частично эти проблемы можно решить за счёт модификации поверхности липосом полимерами, однако, это может привести к неконтролируемой агрегации частиц, а также нарушению целостности липидной мембраны. В данной работе изучены формирование и свойства комплексов анионных липосом, сформированных из электронейтрального липида и анионного липида, доля которого варьировалась от 0.05 до 0.20, со звездообразным поликатионом, представляющим собой ядро $\text{SiO}_{1.5}$ с привитыми на него лучами поли(диметиламиноэтилметакрилата), кватернизованного метилиодидом.

Варьирование доли анионного липида в липосомах позволило найти оптимальные условия формирования комплексов анионных липосом с катионными звездами, несущими несколько липосом на одной частице, а также устойчивых к диссоциации в физиологических средах. Продемонстрировано сохранение целостности липидной мембраны после комплексообразования. Адсорбция липосом на звездообразные поликатионы приводит к значительному уменьшению цитотоксичности образующихся комплексов по сравнению с цитотоксичностью поликатиона.

Всё это делает эти конструкции перспективными для использования в качестве наноконтейнеров для доставки биологически активных соединений.

Данная работа осуществлена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 11-03-31401)

«ЖИВАЯ» КАТИОННАЯ ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ АЗОТСОДЕРЖАЩИХ ЦИКЛОВ

Берлин Ал.Ал., Развадовский Е.Ф., Некрасов А.В.

*Институт химической физики им. Н.Н. Семенова, Москва, ул. Косыгина, 4,
berlin@chph.ras.ru*

Изучена кинетика и механизм катионной полимеризации шести-, четырех- и трехчленных азотсодержащих бициклов (триэтилендиамина, хинуклидина, конидина и 1-азобицикло-(3,1,0)-гептана) под действием кислот Бренстеда (HCl, HBr, HI, HClO₄ и др.), галоидалкилов (RCl, RBr, RI), четвертичных аммониевых солей, кислот Льюиса (BF₃ и др.) в спиртах, воде и др. органических средах. Показано, что полимеризация протекает в большинстве случаев как «живой» безобрывный процесс с быстрым или медленным иницированием в зависимости от исходного инициатора (катализатора). Изучена структура активных центров полимеризации и показано, что ими являются ионы и ионные пары. Определены кинетические параметры реакций иницирования и роста цепи на ионах ионных парах. Показано, что в зависимости от структуры мономера более активными могут быть как ионные пары, так и свободные ионы. Независимость энтропии активации роста цепи от размера цикла и кинетические закономерности реакции роста соответствует механизму нуклеофильного замещения N₂. Полимеризация триэтилендиамина подчиняется закономерностям обратимой гетерогенной реакции (аналогично катионной полимеризации триоксана). При этом надмолекулярная структура образующегося полимера зависит от концентрации мономера – при низкой (ниже равновесной для растворенного полимера) концентрации образуются хорошо ограниченные кристаллы, а при высокой – плохо структурированные глобулы. Проведен термодинамический и кинетический анализ и показаны причины невозможности полимеризации пятичленных циклов в аналогичных условиях. Политриэтилендиамин стал основой ряда синтетических вакцин.

ФОТОХРОМНЫЕ ЖК-ПОЛИМЕРЫ И ЖК-ФОТОАКТЮАТОРЫ

Бобровский А.Ю., Шibaев В.П.

Химический факультет МГУ, Москва 119991, e-mail: bbrvsky@yahoo.com

Среди различных типов «умных» материалов особый интерес представляют фотохромные жидкокристаллические (ЖК) полимеры. Это связано с тем, что сочетание способности к спонтанной самоорганизации и образования ЖК-фаз различной структуры с фоточувствительностью позволяет использовать свет для локального изменения ЖК-структуры и, как следствие, оптических, термических, механических и других свойств таких материалов.

Первая часть доклада будет посвящена последним разработкам нашей лаборатории в области создания новых типов фотомеханических актюаторов на основе пористых плёнок ориентированного полиэтилена (ПЭ) наполненных азобензол-содержащими ЖК-диакрилатами. Анизотропная структура пористого ориентированного ПЭ - удобная матрица для задания одноосной ориентации молекул ЖК-диакрилатов. Радикальная термополимеризация последних позволяет получить полимер-полимерный композит состоящий из ПЭ наполненного полимерной фотохромной ЖК-сеткой. Азобензолные



Рис. 1. Светоиндуцированное сгибание плёнки фотоактюатора.

фрагменты под действием УФ и видимого света способны претерпевать E-Z-E фотоизомеризацию и фотоориентацию. В результате этих фотопроцессов наблюдается быстрое и полностью обратимое сгибание плёнок композита (рис. 1). Полученный новый тип фотоактюаторов представляет собой

перспективный класс материалов для оптомеханики.

Во второй части доклада будут рассмотрены фотооптические свойства фотохромных ЖК-полимерных систем изученные с использованием принципиально новой экспериментальной установки комбинирующей ПОМ и АСМ с возможностью локального воздействия сфокусированным пучком лазера (532 нм). Изучены условия формирования поверхностного рельефа в плёнках различных азобензол-содержащих ЖК-систем нематического, холестерического и смектического типов и воздействие на него поляризованного света. Продемонстрированы принципиально новые возможности фотоправления топографией поверхности полимерных плёнок.

Работа поддержана грантами РФФИ (11-03-01046, 13-03-00648, 13-03-12456, 13-03-12071).

ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ ГРЕБНЕОБРАЗНЫЕ ТРИБЛОК-СОПОЛИМЕРЫ: ВЗАИМОСВЯЗЬ МОЛЕКУЛЯРНОЙ АРХИТЕКТУРЫ, ФАЗОВОГО ПОВЕДЕНИЯ, МОРФОЛОГИИ И ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

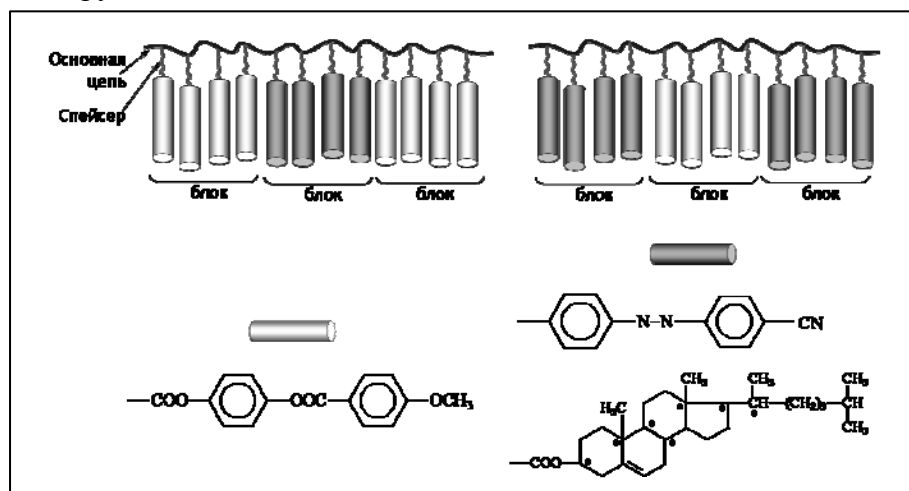
Бойко Н.И., Бугаков М.А., Иванов М.Г., Шibaев В.П.

*Московский Государственный Университет имени М.В. Ломоносова
boiko2@mail.ru*

Среди широкого круга разнообразных по строению блок-сополимеров особый интерес привлекают жидкокристаллические (ЖК) блок-сополимеры, сочетающие способность к формированию целого набора периодических упорядоченных наноструктур с анизотропией физических свойств, характерной для жидких кристаллов.

Блок-сополимеры, состоящие только из ЖК блоков, несущих определенную функциональную нагрузку, могут проявлять необычное конкурентное поведение, обусловленное сочетанием фазово-разделенной супрамолекулярной структуры и собственного ЖК порядка внутри каждого блока^{1,2}

В работе представлены результаты исследования структуры, фазового поведения, оптических и фотооптических свойств новых симметричных ЖК триблок-сополимеров различной архитектуры с боковыми фенилбензоатными, азобензольными и холестериновыми группами:



Показано, что «фазовый набор» и морфология сополимеров определяются составом и длиной блоков, включая образование мезофаз не характерных ни для одного из соответствующих гомополимеров.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (№ 12-03-00480-а)

¹ М. Г. Иванов, Н. И. Бойко, Е. В. Черникова, R. Richardson, X.-М. Zhu, В. П. Шibaев // *Высокомолек. соед.*, 2011, т.53, № 5, с. 1-13.

² М. А. Бугаков, Н. И. Бойко, Е.В. Черникова, В. П. Шibaев // *Высокомолек. соед.*, 2013, т. 55, № 5, с. 591.

КОНФОРМАЦИОННЫЕ И АНИЗОТРОПНО-ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДИЗАМЕЩЕННЫХ ПОЛИФОСФАЗЕНОВ

Евлампиева Н.П., Рюмцев Е.И.

Санкт-Петербургский государственный университет, физический факультет,

Ульяновская ул. 3, 198504 Санкт-Петербург, Россия

evlam@paloma.spbu.ru

Посвящается памяти Дзидры Рудольфовны Тур

Сфера практического применения полифосфазенов постоянно расширяется: на их основе сегодня получают не только эластомеры, но и проводящие, фоточувствительные, мембранообразующие, биомедицинские полимеры. Столь многоцелевое варьирование функциональных свойств полифосфазенов оказалось возможным, главным образом, за счет присоединения к их основной фосфоро-азотной цепи различных по химической структуре боковых заместителей. Цепи дизамещенных полифосфазенов (ДПФ) обладают целым рядом специфических особенностей, которые были выявлены недавно [1-3]. На примере дизамещенных полидиалкоксифосфазенов и их частично фторированных аналогов было показано, что ДПФ не являются гибкоцепными полимерами, поскольку в их цепях около двух десятков мономерных звеньев вовлечены в корреляционные взаимодействия. Была показана зависимость равновесной жесткости цепей ДПФ от длины боковых заместителей. Так, при возрастании числа атомов углерода в алифатических заместителях от 3 до 7, сегмент Куна ДПФ увеличивается от 4,7 до 6,5 нм [1]. Исследование диэлектрической релаксации в растворах ДПФ выявило проявление кинетической жесткости цепями этих полимеров. Изучение вынужденной оптической анизотропии растворов ДПФ оказалось особенно интересным. Для ДПФ с заместителями разной структуры была обнаружена смена знака анизотропии оптической поляризуемости мономерного звена при удлинении боковых заместителей. Инверсия знака двойного лучепреломления в растворах ДПФ связана с наличием у их мономерного звена оси симметрии и изменением направления оси наибольшей поляризуемости последнего при достижении определенной(критической) длины боковых групп. Анизотропно-оптическими особенностями и кинетической жесткостью ДПФ хорошо объясняется необычный мезоморфизм этих полимеров в расплавах.

[1] Евлампиева Н.П., Тур Д.Р., Губарев А.С., Рюмцев Е.И. // Высокомол. Соед. А. 2012. Т. 54. №5. С.707 .

[2] Yevalmpieva N., Tur D., Kovshik A., Rjuntsev E. // J. Inorg. Organomet. Polym. 2012. V.22. N5. P. 1156.

[3] Евлампиева Н.П., Тур Д.Р., Хурчак А.П., Губарев А.С., Рюмцев Е.И. // Высокомол. Соед. А. 2013. Т. 55. №3. С. 259.

ПОЛИМЕРНЫЕ МЕМБРАНЫ С МОНОДИСПЕРСНЫМИ НАНОРАЗМЕРНЫМИ ИОННЫМИ КАНАЛАМИ НА ОСНОВЕ ЛИОТРОПНЫХ СУПРАМОЛЕКУЛЯРНЫХ КОМПЛЕКСОВ

**Иванов Д.А., Rueda J.J.H., Rosenthal M., Анохин Д.В., Zhang H., Li L., Zhu X., Moeller M.,
Lingwood M., Madsen L.A.**

*Institut de Sciences des Matériaux de Mulhouse (IS2M)- CNRS UMR 7361, France ; Московский
Государственный Университет им. М.В. Ломоносова, Факультет Фундаментальной
Физико-Химической Инженерии, Российская Федерация*

Контроль над топологией жидкой фазы в нано-структурированных жидкостях является ключевым фактором для различных практических приложений, начиная от доставки лекарств до мембранных технологий. Супрамолекулярная сборка представляет собой удобный инструмент для получения разнообразных структур, которые могут быть интересны для создания ион-селективных мембран.

Новые клиновидные амфифильные молекулы [1], имеющие сульфонатные группы на вершине клина, претерпевают серию обратимых фазовых переходов при изменении количества абсорбированной воды. При этом жидкокристаллическая структура молекулярных клиньев варьируется от гексагональной колончатой мезофазы до смеси биконтинуальных кубических мезофаз, таких как гироидная и алмазная [2]. В докладе будет показано, что структуру лиотропных мезофаз можно зафиксировать путем фотополимеризации акриловых групп, расположенных на концах алкильных цепей. Этот подход позволяет создавать полимерные мембраны с заданной топологией монодисперсных ионных нано-каналов (Рис. 1). Полученные мембраны с упорядоченной канальной структурой перспективны для применения в разделении и катализе.

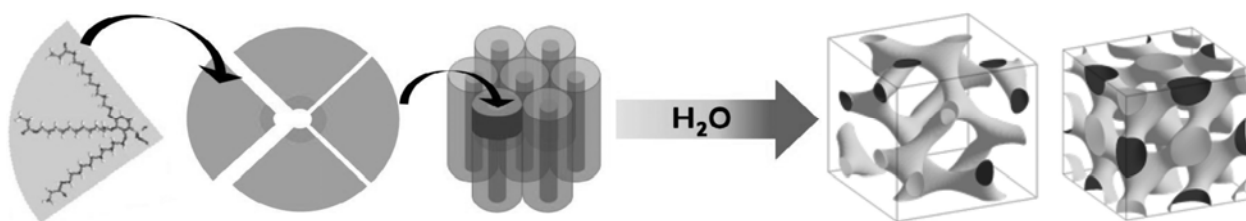


Рисунок 1. Подход bottom-up для получения новых ион-селективных мембран.

Финансовая поддержка. Проект Минобрнауки №.11.G34.31.0055 от 19.10.2011 и европейско-американский проект IUPAC (PAC-PAL-10-02-26).

Литература :

[1] X. Zhu, U. Beginn, M. Möller, R.I. Gearba, D.V. Anokhin, D.A. Ivanov, *Journal of the American Chemical Society* 128 (2006), 16928-16937.

[2] H. Zhang, L. Li, M. Möller, X. Zhu, J.J.H. Rueda, M. Rosenthal, D.A. Ivanov, *Advanced Materials*, 25 (2013) 3543-3548.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РАЗРАБОТКИ И ВНЕДРЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ МЕМБРАННЫХ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ВОДОРОДНУЮ ЭНЕРГЕТИКУ

Иванчев С.С.

*Санкт-Петербургский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения
науки Института катализа им.Г.К.Борескова Сибирского отделения РАН,
Санкт-Петербург, 199034, Биржевой проезд, 6. e-mail: ivanchev@SM2270.spb.edu*

История развития представлений о прямом превращении энергии химической реакции в электричество насчитывает более полутора столетий, в течение которых были разработаны топливные элементы (ТЭ) пяти типов, оптимизирована конструкция разработанных ТЭ, разработаны важнейшие комплектующие конструкции ТЭ – мембранные материалы, каталитические слои и др. Сформировались представления о механизме работы ТЭ различных типов, особенности тонкой структуры мембранных материалов и формировании структуры каталитических слоев.

Эти достижения стали основой принятой на конференции “Водородная экономика – мост к устойчивой энергетике” (16-17 июня 2003 г. Брюссель) концепции стратегии исследований по топливным элементам и организации своевременного внедрения водородной энергетики для Европы. Позднее к концепции присоединились США.

В предлагаемом докладе анализируются наиболее важные достижения в разработке различных типов ТЭ, несколько акцентируя внимание к ТЭ на основе полимерных мембранных протонопроводящих систем. Успехи в разработке технологии получения перфторированных полимерных протонопроводящих мембран (Du Pont, а позднее Asahi, Dow Chemical, Solvay-Solexis и др.) позволили создать ТЭ, стабильно и длительно работающие, и подойти к испытанию их в автомобилях и автобусах, подводных лодках и даже летательных аппаратах. ТЭ этого типа заняли лидирующее положение по использованию в транспортных средствах. В стационарных условиях преимущественное положение достигли ТЭ на основе высокотемпературных твердооксидных систем.

Рассмотрена ситуация в развитии работ по ТЭ и водородной энергетике в России.

На основе данных обзора “Промышленные топливные элементы – 2012”, подготовленного ведущей организацией по информации “Fuel Cell Today”, анализируется ситуация в сфере внедрения ТЭ различных типов с учетом мощности, условий их эксплуатации в различных географических зонах.

ОСТАТОЧНЫЙ РАСТВОРИТЕЛЬ В ПОЛИМЕРАХ: ОСОБОЕ СОСТОЯНИЕ ИЛИ ЧАСТНЫЙ СЛУЧАЙ СОРБЦИОННОГО РАВНОВЕСИЯ?

Костина Ю.В.

ИНХС РАН, 119991, Москва, Ленинский пр, 29 julia@ips.ac.ru

Проблема «остаточного» растворителя в полимерном материаловедении стала в последние годы вызывать интерес и провоцировать научные дискуссии [1 – 8]. До недавнего времени влияние «остаточного» растворителя только констатировали, не исследуя причины такого влияния и механизм взаимодействия с полимером. Так, для пленок и мембран на основе полиимидов, поликарбонатов, перфторированных сополимеров типа Hyflon®, полученных по растворной технологии и высушенных до постоянного веса при комнатной температуре, в вакууме или отожженных выше температуры стеклования, влияние условий формирования и термической обработки на их морфологию, спектральные и газоразделительные характеристики связывали с присутствием «остаточного» растворителя, который по мнению авторов оказывал либо пластифицирующий, либо антипластифицирующий эффекты в зависимости от его содержания в пленках. В последние годы появилась тенденция рассматривать «остаточный» растворитель как некоторое особое состояние молекул, присутствующих в матрице полимера [9]. Такое состояние связывали со специфическим взаимодействием, оказывающим влияние на подвижность макромолекул, свободный объем, изменение характеристик ближнего конформационного порядка. Иная точка зрения рассматривает «остаточный» растворитель как частный случай сорбционного равновесия полимер – растворитель.

В настоящей работе на примере различных полимерных систем рассмотрено состояние «остаточного» растворителя в матрице полимера и предложено объяснение его влияния на физико-химические свойства. С помощью сочетания квантовохимического моделирования и высокотемпературной ИК-фурье спектроскопии показано влияние низкоэнергетических нековалентных взаимодействий на конформационный состав макромолекулы и предложено сопоставление полученных результатов с данными термического анализа, диффузионных и калориметрических измерений.

1 Joly C., Le Cerf D., Chappey C., Langevin D., Muller G. // Separation and Purification Technology, 1999. V. 16. № 1. P. 47.

2 Hacarlioglu P., Toppare L., Yilmaz L. // J. App. Pol. Sci., 2003 V. 90, P. 776.

3 Алиев А. Д., Чалых А. Е., Герасимов В. К., Балашова Е. В., Алентьев А. Ю., Ямпольский Ю. П., Степаненко В. Ю. // Высокомолек. соед. А. 2002. Т. 44. № 6. С. 973.

4 Костина Ю.В., Бондаренко Г.Н., Алентьев А.Ю., Ямпольский Ю.П. // Высокомолек. соед. А. 2007. Т. 49. № 1. С. 96.

5 Ywu-Jang Fu, Chien-Chieh Hu, Hsuan-zhi Qui, Kueir-Rarn Lee, Juin-Yih Lai // Separation and Purification Technology 62 (2008) 175–182

6 M. Macchione, J.C. Jansen, E.Tocci, E.Drioli // Desalination 200 (2006) 49–51

7 Yampolskii Y., Alentiev A., Bondarenko G., Kostina J., Heuchel M. // Ind. Eng. Chem. Res. 2010, V. 49, P. 12031

8 R.Recio, L.Palacio, P.Prádanos, A.Hernández, Á.E. Lozano, Á.Marcos, J.G. de la Campa, J. de Abajo // JMS 2007 V 293, Issues 1-2, Pp. 22-28

9 Ремизов А.Б., Столов А.А., Камалова Д.И., Згадзай О.Э. // Структура и динамика молекулярных систем, Сб. статей. Йошкар-Ола: 1996. Изд-во МарГТУ С. 106,

ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИАНИЛИНА И УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК

Пышкина О.А., Милакин К.А., Яременко И.С., Сергеев В.Г.

Московский Государственный Университет имени М.В.Ломоносова, Химический факультет

119991, Москва, Ленинские горы, дом 1, строение 3

pyshkina@genebee.msu.su

В данной работе рассмотрены подходы к созданию композиционных материалов на основе ПАНИ и многостенных углеродных нанотрубок (МНТ), сочетающих в себе уникальные физико-химические свойства полианилина (ПАНИ), в частности, способность вступать как в кислотно-основные, так и окислительные взаимодействия, с механической прочностью и высокой электропроводностью МНТ, которые выступают в качестве матрицы.

Установлено, что структура поверхности углеродной матрицы принципиальным образом влияет на механизм полимеризации анилин гидрохлорида, а также на химическую структуру и физико-химические свойства образующегося композита. Показано, что окислительная полимеризация анилина в присутствии исходных МНТ протекает с образованием ПАНИ, структура которого зависит от массового соотношения мономер/матрица. Удаление аморфного углерода с поверхности исходных МНТ приводит к существенному замедлению полимеризации анилин гидрохлорида в условиях (соотношение мономер/матрица), в которых в присутствии исходных МНТ реакция полимеризации протекает. Причина обнаруженного явления заключается в перехвате поверхностью МНТ свободных катион-радикалов анилина, образующихся под действием окислителя. При этом длина МНТ уменьшается и практически весь мономер остается непрореагировавшим.

Обсуждаются способы направленного синтеза ПАНИ в форме высокопроводящей соли эмеральдина в присутствии МНТ. Установлено, что повышение содержания окислителя и мономера не приводит к полимеризации анилин гидрохлорида, в то время как значительное снижение содержания МНТ в полимеризационной смеси позволяет получить ПАНИ.

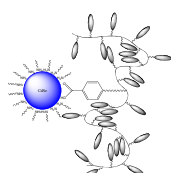
Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта РФФИ № 13-0300605-а.

ВЛИЯНИЕ ЖК ПОЛИМЕРОВ И ВНЕДРЕННЫХ НАНОЧАСТИЦ НА СВОЙСТВА КОМПОЗИТОВ

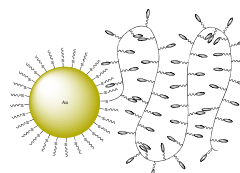
Тальрозе Р.В.

*Институт нефтехимического синтеза имени А.В. Топчиева РАН
119991, Москва ГСП-1, Ленинский проспект, 29. E-mail: rtalroze@ips.ac.ru*

Современные пути к созданию новых функциональных материалов, несущих в своем составе наночастицы неорганического происхождения, предполагают весьма активную роль полимерной матрицы, когда она способна не только локализовать, но и контролируемо «разместить» наночастицы внутри ее объема. В докладе обсуждаются несколько факторов, которые могут обеспечить контроль за локализацией наночастиц с помощью гребнеобразных ЖК полимеров, а именно, химическое строение полимера, структура мезофазы, тип взаимодействий, отвечающих за ее формирование, химическое связывание матрицы с поверхностью наночастиц, и, наконец, форма и размеры последних. Учитывая тот факт, что химическое связывание наночастиц с матрицей может способствовать однородности образующихся композиционных структур без существенного фазового разделения при достаточно высоком содержании неорганического компонента, будут рассмотрены два способа внедрения наночастиц.



(а)



(б)

Первый способ основан на взаимодействии макромолекул с частицами при участии функциональных групп, расположенных в боковых цепях макромолекул (схема а), а второй – на использовании концевой группы макромолекул (схема б). На примере квантовых точек полупроводников и плазмонных частиц золота будет продемонстрировано взаимное влияние матрицы и наночастиц на структуру нанокомпозитов, их термические и оптические свойства.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 13-03-00579а), Минобрнауки РФ (соглашение № 8509) и Программы ОХНМ РАН № 02.

ОЛИГОМЕРНЫЕ ИОННЫЕ ЖИДКОСТИ РАЗЛИЧНОЙ МОЛЕКУЛЯРНОЙ АРХИТЕКТУРЫ. СИНТЕЗ И СВОЙСТВА

Шевченко В.В., Клименко Н.С., Стрюцкий А.В., Гуменная М.А., Клепко В.В.

*Институт химии высокомолекулярных соединений НАН Украины,
Харьковское шоссе, 48, 02160, Киев, Украина, valshevchenko@yandex.ru*

Органические ионные жидкости благодаря комплексу ценных свойств нашли широкое практическое применение. В последнее время все большее внимание привлекают полимерные ионные жидкости, синтезируемые на базе способных к полимеризации мономерных ионных жидкостей. Объединение уникальных свойства ионных жидкостей с макросвойствами полимерных систем привело к созданию нового класса полиэлектролитов, перспективных для практического использования в различных областях. Однако полимерной форме ионных жидкостей за редчайшим исключением не присуще жидкое агрегатное состояние и в этом плане их корректнее рассматривать как полимерные аналоги ионных жидкостей. В то же время, практически неисследованной остается область олигомерного состояния ионных жидкостей.

В докладе систематизированы имеющиеся фрагментарные сведения об олигомерных ионных жидкостях (ОИЖ), представлены разработанные авторами методы синтеза ОИЖ различной молекулярной архитектуры и их некоторые свойства. Предложенный авторами подход основан на введении в реакционноспособные олигомеры различной молекулярной архитектуры ряда ионных групп, характерных для низкомолекулярных ионных жидкостей. Такими исходными олигомерами служили содержащие на концах цепи гидроксильные и/или аминные группы гетероцепные линейные и гиперразветвленные простые и сложные олигоэфирсы, а также звездообразные олигомеры с силсесквиоксанным ядром в своем составе

На базе данного подхода разработаны способы получения линейных протонных и апротонных α -моно- и α,ω -дизамещенные анионо- и катионоактивных ОИЖ различной геометрии уретанового и неуретанового типа, гиперразветвленных сложноефирных ОИЖ и звездообразных кремнийорганических ОИЖ с различной структурой силсесквиоксанового ядра. Все синтезированные ОИЖ являются высоковязкими жидкостями при комнатной температуре. Они охарактеризованы методами ИК и ^1H ЯМР спектроскопии; определены их теплофизические характеристики, а также ионная проводимость в безводных условиях в интервале температур (20-120) $^{\circ}\text{C}$. Данные ОИЖ рассматриваются как перспективные протонпроводящие среды для безводных протонообменных мембран топливных элементов.

САМООРГАНИЗУЮЩИЕСЯ ПРОИЗВОДНЫЕ ОЛИГОТИОФЕНОВ ДЛЯ МОНОСЛОЙНОЙ ОРГАНИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

Агина Е.В.¹, Сизов А.С.^{1,2}, Анисимов Д.А.^{1,2}, Борщев О.В.¹, Щербина М.А.¹,

Бакиров А.В.¹, Паращук Д.Ю.², Чвалун С.Н.¹, Пономаренко С.А.¹

¹ИСПМ им. Н.С.Ениколопова РАН, 117393, Москва, ул. Профсоюзная, д.70,

²Физический факультет МГУ им. М.В.Ломоносова, Москва, Ленинские горы, д.1, стр.3

werdas@mail.ru

Одной из важных задач органической электроники является разработка методов получения полупроводящих кристаллических самоорганизующихся монослоев (СОМ), использование которых в качестве активных слоев в органических полевых транзисторах (ОПТ) позволяет в десятки раз сократить расход дорогостоящего полупроводящего материала без потери электрических свойств устройства. Цель данной работы заключалась в исследовании структуры, морфологии и электрических свойств полупроводящих СОМ кремнийорганических производных олиготиофенов, полученных различными методами, в т.ч. методом Ленгмюра-Блоджетт, самоорганизации из раствора и центрифугированием.

В работе показано, что использование метода Ленгмюра-Блоджетт (ЛБ) позволяет сформировать на поверхности диэлектрика кристаллический монослой полупроводящих кремнийорганических производных олиготиофенов, при этом повышение давления переноса пленки с поверхности воды на субстрат приводит как к увеличению площади покрытия субстрата, так и к изменению внутренней структуры слоя, связанному с изменением угла наклона олиготиофеновых фрагментов [1]. Предложена модель упаковки молекул в монослой. С использованием полученных ЛБ пленок в качестве активного слоя изготовлены самоорганизующиеся монослойные полевые транзисторы (СМПТ) с подвижностью носителей заряда до 10^{-2} см²/Вс и соотношением токов до $I_{\text{on/off}} = 10^6$, а также простейшие интегральные схемы – инвертор и осциллятор на их основе [2]. Продемонстрирована высокая воспроизводимость полученных результатов. Сделан вывод о том, что благодаря высокой скорости (для получения монослоя требуется несколько минут, а не десятки часов, как в случае самоорганизации из раствора) метод Ленгмюра-Блоджетт перспективен для приложений монослойной органической электроники.

[1] E. V. Agina et al., *Langmuir*, 2012, 28 (46), 16186–16195.

[2] A.S.Sizov et al., *Appl.Phys.Lett.*, 2013, 103, 043310.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант №11-03-01137а) и Гранта Президента Российской Федерации для молодых ученых (МК-6878.2013.3).

ОДНОРОДНАЯ ДЕФОРМАЦИЯ СТЕКЛООБРАЗНЫХ АМОРФНЫХ ПОЛИМЕРОВ КАК СПОСОБ РЕГУЛИРОВАНИЯ ИХ ГАЗОТРАНСПОРТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

Алентьев А.Ю.¹, Белов Н.А.¹, Кечекьян А.С.²

¹*Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН, 119991 Москва, Ленинский проспект, 29 Alentiev@ips.ac.ru*

²*Институт синтетических полимерных материалов им. Н.С.Ениколопова РАН, 117393 Москва, Профсоюзная ул., 70*

В мембранных газоразделительных процессах активно используются асимметричные или композиционные полимерные мембраны, материалами селективного слоя которых, как правило, являются стеклообразные аморфные полимеры. Традиционным направлением мембранной науки является поиск связи химической структуры элементарного звена с транспортными характеристиками полимеров, однако существует много указаний на то, что газопроницаемость и селективность полимеров в значительной степени определяется упорядоченностью упаковки цепей в матрице, или взаимодействием с остаточным растворителем [1 – 2]. При получении пленок и мембран из раствора возникают значительные механические напряжения при усадке селективного слоя, что приводит к неожиданным эффектам резкого увеличения селективности газоразделения при сохранении газопроницаемости [1]. Предварительным объяснением такого рода эффектов, т.н. «старение под напряжением», является изменение распределения элементов свободного объема в матрице при упорядочении упаковки цепей, обнаруженное для полиэфиримидов [1]. Проведенные нами исследования влияния контролируемой двухосной однородной деформации пленок термопластичных полиэфиримидов (ПЭИ) при комнатной температуре на их газоразделительные характеристики показали, что ориентированные деформированные пленки также демонстрируют резкое увеличение селективности газоразделения по некоторым парам газов, однако изменение газопроницаемости существенно зависит от химической структуры элементарного звена.

1. Yu. Yampolskii, A. Alentiev, G. Bondarenko, Yu. Kostina, M. Heuchel, Intermolecular Interactions. New Way to Govern Transport Properties of Membrane Materials // Ind. Eng. Chem. Res. 2010. V. 49 P. 1203.
2. J. Kostina, G. Bondarenko, O. Raitman, A. Alentiev, A. Rusanov, The effects of interactions with solutes on membrane properties of polyetherimides: FTIR, TMA and quantum chemical investigation/ 8th International Symposium on Polyimides High Polymers-Stepi 8 Montpellier. June 9-11. 2008. P. 437

ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕ ПОЛИПИРРОЛА В КАЧЕСТВЕ ТЫЛЬНОГО КОНТАКТА ДЛЯ СОЛНЕЧНОГО ЭЛЕМЕНТА CdS/CdTe

Березнев С., Койс Ю., Ярков А., Эпик А., Мелликов Э.

Таллинский технологический университет, институт материаловедения, 19086 Таллин, Эстония, ул. Эннатайте тее 5.

Адрес электронной почты: sergei.bereznev@gmail.com

Ряд гибридных солнечных элементов CdS/CdTe с тыльным контактом на базе электроосажденного полипиррола, был приготовлен и исследован, с целью оценки эффективности применения данного типа контакта, в сравнении со структурами, где используется классический неорганический тыльный контакт, содержащий медь.

Фотовольтаические структуры glass/ITO/CdS/CdTe были приготовлены методом вакуумного напыления, с последующим отжигом при температуре 415-430 °C на воздухе в присутствии CdCl₂.

Электропроводящие слои полипиррола, легированного сульфонатами, были осаждены на слои активированного фотоабсорбера CdTe потенциостатически, в стандартной трехэлектродной электрохимической ячейке. Было найдено, что интенсивное освещение облегчает осаждение пленки полипиррола при пониженных анодных потенциалах и способствует повышению однородности тонких слоев полипиррола на поверхности поликристаллического CdTe. Кроме того, предложенный метод позволяет осаждать проводящий полимер исключительно на фотоактивную поверхность, избегая формирования закорачивающих мостиков к подложке структуры, в возможных трещинах и порах в слое фотоабсорбера CdTe. Следует отметить, что относительно низкий потенциал осаждения способствует уменьшению электрохимической деградации слоя CdTe во время роста пленки полипиррола. Результаты исследования полученных структур показали, что осажденные пленки полипиррола покрывают слой теллурида кадмия плотно и однородно, с хорошей адгезией. Было найдено, что приготовленные гибридные структуры показывают эффективность фотопреобразования, сопоставимую со структурами, где используются классические неорганические тыльные контакты, содержащие медь.

Авторы выражают благодарность Министерству Науки и Образования Эстонской Республики (гранты G8714 и G8655).

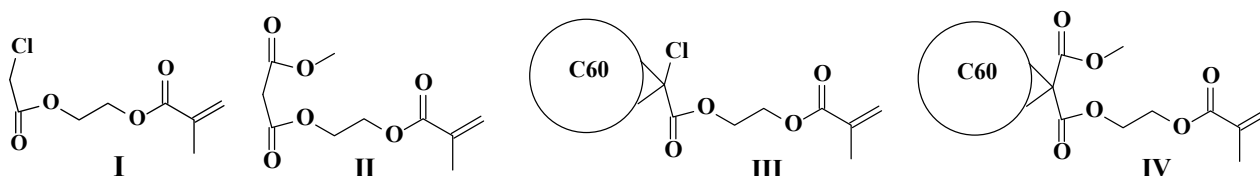
РАДИКАЛЬНО-КООРДИНАЦИОННАЯ СОПОЛИМЕРИЗАЦИЯ С УЧАСТИЕМ ФУЛЛЕРЕНСОДЕРЖАЩИХ МОНОМЕРОВ

Биглова Ю.Н., Михеев В.В., Зинатуллина Р.С., Мустафин А.Г.

Бакирский государственный университет, г.Уфа, ул.Заки Валиди 32, bn.yulya@mail.ru

Использование высокосимметричных молекул фуллеренов в качестве структурных единиц полимерных цепей широко применяется в настоящее время как методический прием задания архитектуры макромолекул в синтезе высокомолекулярных соединений. Проблема получения фуллереносодержащих полимеров состоит в том, что в процессе полимеризации фуллерен играет роль ингибитора и обрывателя цепи. C_{60} при этом вводится в реакционную смесь наряду с мономером и значительные концентрации фуллерена в целевом продукте не достигаются (концентрация незначительна – на уровне 10^{-3} моль/моль полимера). Однако именно высоким содержанием фуллерена в макромолекулах объясняется появление уникальных физических свойств подобных полимеров. Увеличение степени включения фуллерена в полимер – актуальная и значимая проблема. Решение ее представляется путем преобразования синтезированных фуллереносодержащих мономеров (метанофуллеренов) в соответствующие высокомолекулярные соединения. Разработка путей управления синтезом и структурой полимеров сдерживается явным недостатком кинетической информации. В связи со сказанным выше, настоящая работа посвящена синтезу фуллереносодержащих мономеров из ряда метанофуллеренов и преобразование их в высокомолекулярные соединения.

Синтез мономерных соединений акрилатного типа (I, II) и аналогичных метанофуллеренов (III, IV) осуществляли по модифицированной методике Бингеля-Хирша [1]. Проведена радикально-координационная сополимеризация полученных продуктов с виниловыми мономерами (ММА и стиролом). По данным эксперимента, вовлечение в сополимеризацию соединений I, II, при конверсии $\sim 10\%$ приводит к нерастворимым продуктам. В то же время, несмотря на увеличение продолжительности процесса, введение в сополимеризацию мономеров III, IV при любой конверсии сопровождается образованием растворимых веществ. Последние представляют интерес как электропроводящие полимеры и в этом качестве в настоящее время проходят испытания.



[1] Torosyan S.A., Biglova Y.N., Mikheev V.V., et al. // Mend. Comm. 2012. T. 22. № 4. P. 199.

ОСОБЕННОСТИ КИСЛОТНОГО ДОПИРОВАНИЯ ОЛИГОМЕРОВ ПОИАНИЛИНА НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫМИ И ПОЛИМЕРНЫМИ КИСЛОТАМИ И СВОЙСТВА ПРОДУКТОВ

Богомолова О.Э., Савельева А.А., Сергеев В.Г.

Химический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

119991, Москва, Ленинские Горы д.1, стр.3, obogomol@mail.ru

Полианилин – полисопряжённый полимер, отличающийся высокой электропроводностью в допированном состоянии. Одним из способов допирования полианилина и его олигомеров является взаимодействие с протонными кислотами. В работе предпринята попытка установления механизма кислотного допирования растворимых олигомеров полианилина низкомолекулярными и полимерными кислотами.

Было изучено взаимодействие димера, тримера, тетрамера и смеси более длинных олигомеров полианилина с низкомолекулярными (камфорсульфоновой, додецилбензолсульфоновой) и полимерными (полистиролсульфоновой, поли(2-акриламидо-2-метил-1-пропан-сульфоновой)) кислотами в диметилсульфоксиде.

Обнаружено, что при допировании олигомеров полианилина поликислотами, в оптических спектрах, помимо полос, характерных для поглощения радикальных фрагментов допированного полианилина (поляронов и биполяронов), наблюдается полоса в длинноволновой (около 1000 нм.) области. При допировании олигомеров анилина низкомолекулярными кислотами эта полоса наблюдается только при введении больших (на порядки) избытков кислот.

Положение полосы не зависит от природы кислоты. При увеличении длины цепи олигомеров полианилина полоса сдвигается в сторону длинных волн, а при использовании смеси олигомеров - уширяется.

Аналогичная длинноволновая полоса поглощения наблюдается для полианилина в упорядоченном высокопроводящем состоянии и объясняется поглощением свободных носителей заряда. Обнаружение длинноволновой полосы поглощения для олигомеров полианилина свидетельствует о конформационных изменениях, сопровождающихся делокализацией заряда.

МАТРИЧНЫЙ СИНТЕЗ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ ПОЛИМЕРОВ. МЕТОДЫ И ПОДХОДЫ

Боева Ж.А., Сергеев В.Г.

*Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова, Химический факультет,
Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 3, jboyeva@gmail.com*

В работе представлен краткий обзор методов синтеза и свойств электропроводящих полимеров. Представлен анализ основных параметров полимеризационной смеси, оказывающих наиболее существенное влияние на свойства получаемых проводящих полимеров и композиционных материалов на их основе. Показано, что использование матричного синтеза позволяет получать полимерные композиционные материалы на основе электропроводящих полимеров и управлять их структурой и свойствами. Представлены наиболее перспективные области применения проводящих полимеров, полученных с использованием матричной полимеризации.

НОВЫЕ РАЗВЕТВЛЕННЫЕ ОЛИГОАРИЛСИЛАНОВЫЕ ЛЮМИНОФОРЫ. СИНТЕЗ, СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ

Борщёв О.В., Скоротецкий М.С., Сурин М.Н., Музафаров А.М., Пономаренко С.А.

ФГБУН Институт синтетических полимерных материалов им. Н.С. Ениколопова РАН

117393 г. Москва ул. Профсоюзная 70. borshchev@ispm.ru

На сегодняшний день известно большое количество органических люминофоров. Они широко применяются в ядерной физике, квантовой электронике, люминесцентной дефектоскопии, промышленности пластмасс, биологии и медицине, аналитической химии и в других областях. В некоторых случаях, например, когда необходимо сместить спектр люминесценции материала используют смеси органических люминофоров. Такой подход имеет значительные недостатки. Во-первых, очень трудно контролировать соотношение и взаимное расположение люминофоров в материале. Во-вторых, расстояние между различными люминофорами может варьироваться в широких пределах, что негативно сказывается на переносе энергии с одного люминофора на другой. Одним из способов устранить эти недостатки может быть создание наноструктурированных люминофоров, т.е. молекул в которых несколько люминофоров располагаются на определенном расстоянии (1-2 нм) и под заданным углом относительно друг друга.

Мы впервые синтезировали новые разветвленные олигоарилсилановые люминофоров, обладающие эффектом «молекулярной антенны». Этот эффект заключается в способности функциональных групп улавливать и безызлучательно передавать энергию по направлению от периферии к ядру, что приводит к эффективному поглощению энергии в широком диапазоне и излучению в узком, более длинноволновом^{1,2,3}.

Продemonстрировано, что новые разветвленные олигоарилсиланы могут использоваться в качестве люминофоров в пластмассовых сцинтилляторах, люминесцентных сшивающих агентов для функциональных органосилоксановых полимеров и эффективных сместителей спектров.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты 12-03-31757_мол_а, 13-03-01315_а, 13-03-12451), программы Президента РФ для поддержки молодых ученых (МК-6758.2013.3) и программы Президиума РАН №24.

1 Y. N. Luponosov, S. A. Ponomarenko, N. M. Surin, O. V. Borshchev, E. A. Shumilkina, A.M. Muzafarov, *Chem. Mater.*, **21**, 447-455 (2009)

2 О. В. Борщев, С. А. Пономаренко, Е. А. Клеймюк, Ю. Н. Лупоносов, Н. М. Сурин, А. М. Музафаров, *Известия Академии наук. Серия химическая*, , **№ 4**, 781-789 (2010)

3 M.S. Polinskaya, O.V. Borshchev, Yu.N. Luponosov, N.M. Surin, A.M. Muzafarov, S.A. Ponomarenko *Mendeleev Commun.*, **21**, 89 (2011)

СЕЛЕКТИВНЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ СОРБЕНТЫ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЦЕЗИЯ И РУБИДИЯ ИЗ ЩЕЛОЧНЫХ РАСТВОРОВ

Иванов В.А., Шелковникова Л.А., Гавлина О.Т., Каргов С.И.,

***Милютин В.В., *Гелис В.М., **Альтшулер Г.Н.**

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва

**Институт физической химии и электрохимии имени А. Н. Фрумкина, Москва*

***Институт углеродной и химического материаловедения СО РАН, Кемерово*

E-mail: ivanov@phys.chem.msu.ru

Сорбенты на основе фенолформальдегидной смолы (ФФС) обладают высокой ионообменной селективностью к ионам цезия и рубидия в щелочных растворах, и с их использованием был разработан способ извлечения рубидия из концентратов переработки морской воды с избытком иона калия [Gorshkov V. I., Ivanov V. A., Staina I. V. // *React. Func. Polym.* 1998. Vol. 38. P. 157–176.]. В последние годы сорбентам фенольного типа отводят ключевую роль в извлечении ^{137}Cs из щелочных растворов, поскольку они при высокой селективности позволяют быстро и количественно элюировать его кислотами. В нашей стране такими растворами являются котловые остатки атомных электростанций. В США сорбентам фенольного типа отводится ключевая роль в новой технологии переработки огромных объемов накопленных радиоактивных отходов.

В настоящей работе изучена селективность ионообменной сорбции цезия и рубидия на полимерных сорбентах фенольного типа – ФФС, резорцинформальдегидном (РФС) и на одном из представителей нового поколения высокоорганизованных сорбентов на основе С-фенилкаликс[4]резорцинарена (Р-арен-ФС). Оказалось, что Р-арен-ФС в составе полимерного сорбента не демонстрирует более высокую селективность по сравнению с РФС и ФФС, и не оправдывает те ожидания, которые обычно связывают с использованием макроциклических реагентов в области разделения веществ.

Сорбционно-селективные характеристики различных сорбентов фенольного типа по отношению к радионуклиду ^{137}Cs были испытаны на модельном растворе, имитирующем кубовый остаток АЭС с реактором типа РБМК состава, г/дм³: NaNO_3 – 300; KNO_3 – 42; NaOH – 4,0; pH = 13,0. Оказалось, что для таких объектов наибольшую селективность проявляют сорбенты на основе РФС.

ВОЗНИКНОВЕНИЕ ВЫСОКОПРОВОДЯЩЕГО СОСТОЯНИЯ В ПОЛИМЕРНОМ ДИЭЛЕКТРИКЕ ПРИ ЭЛЕКТРИЗАЦИИ

Ионов А.Н.

Физико – технический институт им. А.Ф. Иоффе, Россия, 194021, Санкт - Петербург, ул. Политехническая, 26, ionov@tuch.ioffe.ru.

Открытие эффекта проводимости в полимерах при их химическом допировании значительно расширило область их применения в первую очередь за счет такого его достоинства как сравнительно высокая проводимость при комнатной температуре. Однако необходимо отметить, что химически допированный полимер представляет собой сильно разупорядоченную систему из-за того, что большое количество допанта вносит свою деструктивную роль пространственно разделяя между собой макромолекулы. По этой причине проводимость ограничивается на таком уровне, который не позволяет наблюдать в допированных полимерных пленках наведенной сверхпроводимости в структурах сверхпроводник-полимер-сверхпроводник. Кроме химического допирования высокопроводящие каналы в полимере можно создать при электризации полимера. Это происходит как при самоинжекции заряда в полимер из металлических электродов в нулевом электрическом поле, так и в допробивном внешнем электрическом поле. Как известно степень электризации полимера определяется концентрацией дефектов, способных захватывать заряд с контактирующего с ним металла. Термическое движение макромолекул также благоприятствует созданию высокопроводящего состояния из-за увеличения степени электризации полимера. Это объясняет эффект переключения полимера из диэлектрического в высокопроводящее состояние в структурах металл – полимер – металл под действием внешнего давления, а также от способа контакта с металлическим электродом - подвижный или статический контакт. Электризация полимера, а следовательно возникновение в нем высокопроводящего состояния невозможно в том случае, когда полимер имеет проводимость, например, за счет исходного допирования. Наиболее интересным является тот факт, что при определенных условиях через полимер толщиной более одного микрона могут протекать сверхпроводящие токи в структурах сверхпроводник – полимер – сверхпроводник (СПС) за счет резонансного туннелирования между макромолекулами. Прямым доказательством является наблюдение ступенек Шапиро при облучении СПС структуры высокочастотным электромагнитным полем. При этом слабой связью между двумя сверхпроводниками выступает проводящий полимерный канал.

СИНТЕЗ, СТРУКТУРА И СВОЙСТВА СОПОЛИМЕРОВ НА ОСНОВЕ 1-(3,3,3-ТРИФТОРПРОПИЛДИМЕТИЛСИЛИЛ)-1-ПРОПИНА

Коссов А.А., Хотимский В.С.

Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева

Российской академии наук, Москва, 119991, Ленинский проспект, 29, akossoff@ips.ac.ru.

Высокие параметры газо- и паропереноса, характерные для 1,2-дизамещенных полиацетиленов, обуславливают интерес к синтезу этих полимеров и исследованию связи их строения и морфологии с транспортными свойствами. Значительный интерес представляют функционально замещенные полиацетилены, в частности, полимеры, содержащие атомы фтора. Введение, например, фторалкильных групп в макромолекулы может привести к созданию новых материалов, сочетающих высокий уровень проницаемости и селективности с устойчивостью к органическим веществам и повышенной гидрофобностью.

В настоящей работе изучена сополимеризация фторсодержащего 1,2-дизамещенного ацетилена – трифторпропилдиметилсилил-1-пропина (ТФПС) с триметилсилил-1-пропином (ТМСП) под действием каталитических систем на основе хлоридов Ta (V) и Nb (V). Определены параметры относительной активности мономеров и синтезированы сополимеры ТФПС и ТМСП различного состава. По результатам ИК-спектроскопии и ^{13}C ЯМР-анализа установлено, что сополимеры, полученные в присутствии NbCl_5 содержат значительное количество звеньев цис-конфигурации, в то время как катализаторы на основе TaCl_5 приводят к образованию сополимеров, содержащих в основном, транс-звенья. Различия в микроструктуре определяют различную надмолекулярную организацию полимеров и их физико-химические свойства. Полученные полимеры обладают высоким уровнем газопроницаемости и селективности разделения смесей углеводородов $\text{C}_1\text{-C}_4$, характерным для 1,2-дизамещенных полиацетиленов и имеют повышенную устойчивость к алифатическим и ароматическим углеводородам. Соплимеры, полученные в присутствии NbCl_5 , характеризуются большей газопроницаемостью, что, по-видимому, связано с менее плотной упаковкой полимерных цепей.

Значения краевых углов смачивания водой пленок полученных сополимеров свидетельствуют об их высокой гидрофобности. Сочетание повышенной гидрофобности полученных фторсодержащих полимеров, устойчивости к углеводородам, высокой проницаемости и селективности делают их перспективными мембранными материалами для разделения различных органических и водно-органических смесей.

ПОЛИДИМЕТАКРИЛАТЫ, МОДИФИЦИРОВАННЫЕ МАКРОМОЛЕКУЛЯРНЫМИ НАНООБЪЕКТАМИ

Курмаз С.В., Кочнева И.С., Бубнова М.Л., Лесничая В.А.

Институт проблем химической физики РАН, г. Черноголовка, Россия, skurmaz@icp.ac.ru

В докладе обсуждаются структурно-кинетические аспекты модификации полидиметакрилатов сополимерами этилакрилата (ЭА) разной степени ветвления. Макромолекулярные нанобъекты В46 и В49 получены в работе [1] с использованием в качестве разветвителей диметакрилата триэтиленгликоля и диакрилата 1.4-бутандиола при мольном соотношении [ЭА]:[разветвитель]:[передатчик] – 100:20:20. Они состояли из макромолекул различной плотности ветвления, в том числе, наногелей – полимерных частиц, содержащих концевые цепи и внутренние циклы.

Прозрачные реакционные смеси на основе диметакрилатов различного строения, содержащие 0-50 мас.% В46 и В49, полимеризовали (АБН, 60°C) в ампулах и получали блочные полимеры. По изменению оптических свойств полимерных композитов в зависимости от плотности химической сетки, концентрации, строения/свойств модификатора судили о степени и характере фазового разделения. Методом спектра мутности оценены параметры оптических неоднородностей – размер частиц в полимерной матрице, их распределение по размерам и объем, который они занимают. С помощью оптической микроскопии в проходящем свете пленочных образцов выявлены неоднородности структуры полимерного композита и сделаны выводы о выделении В46 и В49 в полимерной матрице в отдельные области, распределенные в полимере. Показано, что полимерные нанобъекты оказывают существенное влияние на скорость полимеризации диметакрилатов, температуру стеклования композита и его модуль упругости. В их присутствии интенсивность гелевого эффекта снижается, сохраняется высокой подвижность реагентов и достигаются высокие значения конверсии С=С связей (~90-95%). У полимерных композитов обнаружены две температуры стеклования, обусловленные размораживанием молекулярной подвижности сегментов полимерной матрицы и самих нанобъектов. Значение модуля упругости E в стеклообразном состоянии снижается с ростом концентрации полимерных объектов, а значение T_g полимерной сетки растет. После удаления инертного модификатора из полидиметакрилатов с помощью “хорошего” растворителя в них остаются мезопоры. Обсуждаются факторы, влияющие на поверхностные характеристики полимерной сетки.

1. Курмаз С.В., Кочнева И.С., Ожиганов В.В., Батурина А.А., Эстрина Г.А. // ЖПХ. 2008. Т. 81. Вып. 10. С. 1710.

ЭЛЕКТРОННЫЕ СВОЙСТВА ТОНКИХ ПЛЕНОК ПОЛИАРИЛЕНФТАЛИДОВ И ИХ ИНТЕРФЕЙСОВ

Лачинов А.Н.^{1,2}, Корнилов В.М.², Салазкин С.Н.³

¹*Институт физики молекул и кристаллов УНЦ РАН, 450075, Уфа, Пр. Октября 151*

²*Башкирский государственный педагогический университет им. М.Акумлы, 450000, Уфа,
ул. Октябрьской революции, 3*

³*Институт элементоорганических соединений им. А.Н.Несмеянова РАН, 119991, Москва,
ул. Вавилова, 28*

lachinov_a@mail.ru

Полиарилефталиды это несопряженные полимеры и потому по своим электронным свойствам они относятся к изоляторам тока. Однако в тонких пленках эти полимеры демонстрируют уникальные электрофизические свойства, включая металлические. Особенность таких явлений заключатся в необходимости выполнения двух условий: толщина пенки должна быть меньше некоторой критической величины и наличии хотя бы одной границы раздела фаз с металлом или полупроводником. В докладе обсуждаются механизмы влияния химической структуры полимеров на возникновение металлоподобной проводимости в органическом материале. Основной вывод – химическая структура полимеров должна способствовать накоплению (генерации) избыточного заряда в диэлектрической фазе полимерной пленки. Процессы, способствующие утечке заряда, препятствуют переходу материала в высокопроводящее состояние. Наличие в полиарилефталидах фталидной группировки, характеризующейся двумя энергетически выгодными равновесными геометрическими состояниями, способствует возникновению ВПС. Тем более, что одно из состояний стабилизируется при захвате избыточного электрона молекулярной ловушкой. Тем не менее, объемная концентрация заряда в полимерной пленке остается несравнимо меньшей, чем в металлах. Для инициации высокопроводящего состояния и поддержания высокого уровня проводимости необходим резервуар-источник, поставляющий носители заряда в полимерную пленку. Эти задачи выполняет контактирующий с полимерной пленкой металл или полупроводник. В докладе представлен обзор экспериментальных результатов демонстрирующих возможности управления проводимостью несопряженных полимеров путем формирования подходящего потенциального барьера на границах раздела фаз металл/полимер и полимер/полимер и воздействия на них внешних полей. В докладе обсуждаются новые возможности применения несопряженных полимеров для целей молекулярной электроники и сенсорики.

ЗВЕЗДООБРАЗНЫЕ ОЛИГОМЕРЫ НА ОСНОВЕ ТРИФЕНИЛАМИНА ДЛЯ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ С ОБЪЕМНЫМ ГЕТЕРОПЕРЕХОДОМ

Лупоносов Ю.Н.¹, Min J.², Полинская М.С.¹, Vrabes C.J.^{2,3}, Пономаренко С.А.¹

¹ФГБУН Институт синтетических полимерных материалов РАН, Профсоюзная 70, Москва,

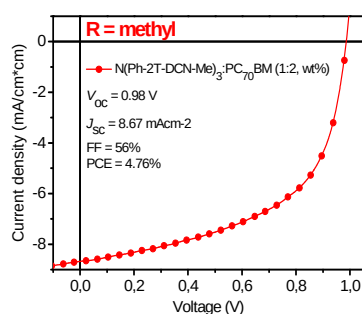
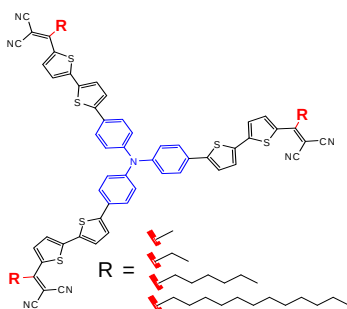
117293, Россия, luponosov@list.ru

²*Institute of Materials for Electronics and Energy Technology, Erlangen, Germany*

³*Bavarian Center for Applied Energy Research (ZAE Bayern), Erlangen, Germany*

Наиболее высокие результаты в органической фотовольтаики на сегодняшний день достигнуты при использовании π -сопряженных полимеров линейного строения. Однако такие полимеры не лишены некоторых недостатков, среди которых можно отметить анизотропию оптических и электрических свойств, а также сложность воспроизведения синтеза одинаковых партий материалов с аналогичными характеристиками. Перспективной альтернативой таким полимерам являются индивидуальные трехмерные молекулы, которые лишены вышеназванных недостатков.

В данной работе разработан синтез ряда разветвленных тиофенсодержащих олигомеров звездообразного строения на основе трифениламина, имеющих электроноакцепторные



дициановинильные заместители и алкильные группы различной длины^{1,2,3}. Фотовольтаические устройства с объемным гетеропереходом, где в качестве донорных материалов используются полученные

соединения, а фуллереновые производные [70]PCBM – в качестве акцептора, демонстрируют эффективность преобразования света до 4,76%.

Работа выполнена при финансовой поддержки грантов президента РФ (МК-6716.2013.3), РФФИ (№12-03-31225) и Минобрнауки РФ ГК 11.G34.31.0055.

1. J. Min, Y. N. Luponosov, T. Ameri, A. Elschner, S.M. Peregudova, D. Baran, T. Heumüller, N. Li, F. Machui, S. Ponomarenko, C. J. Brabec **Organic Electronics** 2013, *14*, 219.
2. J. Min, H. Zhang, T. Stubhan, Y.N. Luponosov, M. Kraft, S.A. Ponomarenko, T. Ameri, U. Scherf, C.J. Brabec. **J. Mater. Chem. A**, 2013, *1*, 11306.
3. J. Min, Y. N. Luponosov, et al. **Advanced Energy Materials** 2013, послано в редакцию.

ФОРМИРОВАНИЕ МАКРОМОЛЕКУЛЯРНЫХ НАНООБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ САМООРГАНИЗУЮЩИХСЯ МОНОМЕРОВ

Макаров И.А.¹, Зорин И.М.¹, Цветков Н.В.², Акентьев А.В.¹, Билибин А.Ю.¹.

¹Санкт-Петербургский Государственный Университет, Химический Факультет

²Санкт-Петербургский Государственный Университет, Физический Факультет

198504, С.-Петербург, Петергоф, Университетский пр. 26

e-mail: makarovivan @inbox.ru

Полимеризация самоорганизующихся мономерных амфифильных молекул в полярных средах позволяет получать гребнеобразные полимеры формирующие в водных растворах полимеризованные мицеллы (ПМ). Макромолекулярные нанообъекты, отличающиеся большей стабильностью формы и размеров не только в водных средах, но и в органических растворителях, можно получить путем проведения химической сшивки в ядре мицелл на стадии полимеризации.

Полимеризованные мицеллы могут быть использованы в качестве сердечника для формирования более сложных послойно-организованных макромолекулярных наночастиц. Можно предложить несколько подходов к получению таких объектов. Первый способ был реализован за счет ионного связывания поверхностных функциональных групп сшитых и несшитых полимеризованных мицелл, полученных при полимеризации N-акрилоиламиноундеканоата натрия, с катионным поверхностно-активным веществом бромидом цетилтриметиламмония (ЦТАБ). Получение такого полиэлектролит-коллоидного комплекса было подробно изучено методами кондуктометрии и тензиометрии.

Второй вариант получения таких комплексов заключался в полимеризации амфифильного ионного мономера, сразу содержащего необходимый противоион. В нашем случае это была соль N-акрилоил-11-аминоундеканоат цетилтриметиламмония (ААУ-ЦТА), которую можно рассматривать как катионное ПАВ, содержащее два гидрофобных «хвоста».

Применение в качестве противоиона соединения, которое само может вступать в реакцию полимеризации, позволяет осуществить матричный синтез полиэлектролитов на полимеризованных мицеллах. В качестве такого катиона-мономера мы выбрали (11-акрилоилоксиундецил)-триметиламмоний, как полимеризуемый аналог ЦТА.

Полученные объекты были охарактеризованы методами вискозиметрии, изотермической диффузии, статического и динамического светорассеяния, молекулярной гидродинамики и оптики, ГПХ, АСМ и крио-ПЭМ.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ-12-03-00746-а, РФФИ-13-03-00474, РФФИ-12-03-00687, РФФИ-11-03-00801.

ФЛЮОРЕСЦЕНТНЫЕ ДЕНДРИМЕРЫ

Пахомов А.А.

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова Российской академии наук
117997 Москва, ул. Миклухо-Маклая, 16/10, alrah@mail.ru*

Дендримеры представляют собой сильно разветвленные полимерные молекулы концентрической симметрии. Флуоресцентные свойства дендримеру могут придаваться за счет хромофорных групп, расположенных как на периферии молекулы, так и в центре. В настоящее время дендритные молекулы нашли применение в живых системах, в частности, для адресной доставки лекарств и ДНК. Введение в дендритные молекулы флуоресцентных групп позволяет визуализировать их миграцию. Кроме того, известны примеры применения фотохромных дендримеров для фотодинамической терапии. Дендритная топология позволяет получать мультифункциональные молекулы, несущие нацеливающие, физиологически-активные и «подсвечивающие» компоненты. Объединение в одну дендритную молекулу разнофункциональных флуоресцентных красителей позволило получить серию новых биосенсоров, в частности, pH и кислорода. В докладе помимо последних достижений в области применения флуоресцентных дендримеров будут представлены данные об их структуре и методах получения.

УПРАВЛЕНИЕ РЕЛЬЕФОМ ПОВЕРХНОСТИ ПОЛИМЕРНЫХ ПЛЕНОК ФОТОХРОМНЫХ ХОЛЕСТЕРИКОВ

Синицына О.В., Бобровский А.Ю., Яминский И.В., Шibaев В.П.

Химический факультет, Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова

Россия, 119991, г. Москва, Ленинские горы, 1-3. E-mail: sinitsyna@gmail.com

Создание и изучение полимерных пленок с наноструктурированной поверхностью определенной морфологии и размерностью является одной из важнейших задач современной физической химии, что связано с исследованием поверхностных явлений, таких как смачивание, адсорбция, адгезия, катализ и др. Особый интерес представляют фотохромные жидкокристаллические (ЖК) полимеры холестерического типа, обладающие уникальной спиральной надмолекулярной структурой, которой можно управлять воздействием света, вызывая существенные изменения оптических свойств и топографии поверхности.

В работе представлены результаты исследований фотооптических свойств и топографии поверхности (методом АСМ) холестерических полимерных систем с фоторегулируемым шагом спирали. Изменение шага спирали достигалось за счёт фотоизомеризации хирально-фотохромных допантов на основе изосорбида и ментона, введённых в холестерическую олигомерную матрицу. Установлены корреляции между временем УФ-облучения (шагом спирали) и особенностями топографии поверхности плёнок. В частности, обнаружено два различных типа топографии поверхности пленок: рельеф «отпечатки пальцев» и домены в виде двойных спиралей (рис. 1). Рассмотрены условия формирования рельефа обоих типов.

Результаты работы демонстрируют новые возможности фоторегулирования рельефа поверхности плёнок полимерных холестерических материалов за счёт фотоизомеризации фотоактивных фрагментов или допантов, введённых в полимерную матрицу.

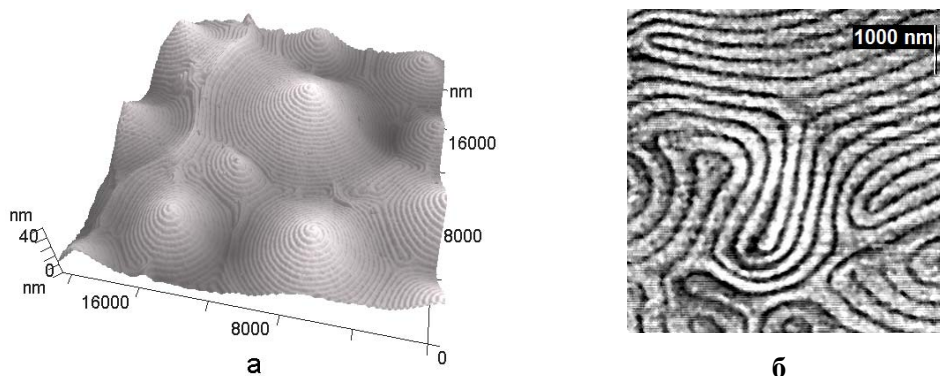


Рис. 1. Типичный рельеф поверхности пленки полимерного холестерика с доменами в виде двойных спиралей (а) и рельеф типа «отпечатки пальцев» (б).

Работа поддержана грантами РФФИ (13-03-00648-а, 13-03-12456-ОФИ-М, 13-03-12071-ОФИ-М).

СИНТЕЗ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ТРИБЛОКСОПОЛИМЕРОВ В ПРИСУТСТВИИ РУТЕНАКАРБОРАНОВ

Тюрмина Е.С., Гришин И.Д., Булгакова С.А., Гришин Д.Ф.

ФГБОУ ВПО "Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского",

603950, г. Нижний Новгород, пр.Гагарина, д.23, корп.5.

tiurmina2011@yandex.ru

Синтез функциональных полимеров и создание материалов на их основе является одной из наиболее практически важных задач, успешно решаемой проведением полимеризации в режиме «живых» цепей. Среди таких полимеров особое место занимают композиции, успешно используемые в микролитографии в качестве резистов для формирования рельефных изображений на полупроводниковой пластине. Основные литографические свойства резиста – чувствительность и разрешающая способность, напрямую связаны с составом сополимера и его молекулярно-массовыми характеристиками, которые успешно регулируются при проведении полимеризации в контролируемом режиме.

Нами проведен успешный синтез ди- и триблоксополимеров метакриловых мономеров под действием каталитической системы на основе парамагнитного рутенакарборанового кластера и изопропиламина, ранее успешно примененной для получения узкодисперсных гомополимеров. Соплимеры были получены на основе

метилметакрилатного макроинициатора путем последовательной прививки блоков изоборнилметакрилата и трет.-бутилметакрилата.

Полученные блок-сополимеры охарактеризованы методом гель-проникающей хроматографии. Величина молекулярной массы блоков составляла от 20 до 70 кДа, а коэффициент полидисперсности синтезированных сополимеров находился в интервале 1.2-1.5. Определена температура стеклования полученных образцов сополимеров и проанализирована ее зависимость от строения полимера. Синтезированный тройной блок-

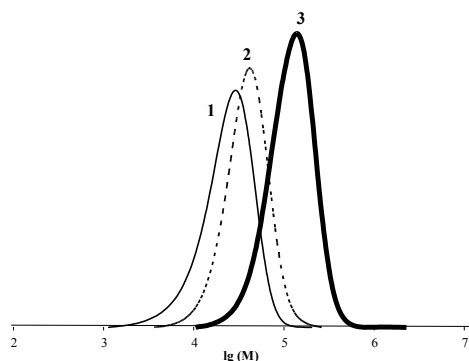


Рис.1. Кривые ММР исходного макроинициатора ПММА (1), ПММА-*б*-ПИБМА (2) и ПММА-*б*-ПИБМА-*б*-ПТБМА (3)

сополимер был успешно опробован в качестве основы для фоторезистивного материала, обладающей высокой чувствительностью.

Работа выполнена при поддержке Гранта Президента Российской Федерации (проект № МК-391.2013.3).

АI-СОДЕРЖАЩИЕ АКТИВАТОРЫ В РЕАКЦИЯХ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ ЭТИЛЕНА: МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕТОДОМ ФУНКЦИОНАЛА ПЛОТНОСТИ

Устынюк Л.Ю., Фушман Э.А.*

*Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Химический факультет
(119991, Москва, Ленинские горы, 1, стр.3; leila_ust@mail.ru)*

**Институт химической физики имени Н.Н.Семенова, РАН (119991, Москва, ул. Косыгина, 4)*

С использованием квантово-химической программы «ПРИРОДА» и метода функционала плотности проведено исследование реакций ионных пар $[\text{Cp}'_2\text{ZrMe}]^+\text{A}^-$ с этиленом, где Cp' – незамещенный или пентаметил-замещенный лиганд $\eta^5\text{-C}_5\text{H}_5$; A^- – противоион на основе соединений Al. Моделирование проводилось как с использованием хорошо изученных экспериментально низкомолекулярных противоионов (например, $[\text{CH}_3\text{Al}(\text{C}_6\text{F}_5)_3]^-$), так и различных моделей противоионов, образованных льюисовскими кислотными центрами полиметилалюмоксана (МАО), точная структура которых до сих пор не известна.

Проведенные исследования показали, что присутствие отрицательно заряженной компоненты каталитической частицы - противоиона A^- и его взаимодействие с катионным центром принципиально влияет на энергетический профиль реакций полимеризации. Взаимодействие между компонентами ионной пары было количественно охарактеризовано с помощью энергии ее гетеролитической диссоциации. Показано, что увеличение энергии гетеролитической диссоциации (увеличение взаимодействия между противоионами) сопровождается увеличением энергетических барьеров стадий образования комплекса с алкеном и новой связи C-C. Способность Al-содержащих соединений эффективно распределять в пространстве отрицательный заряд противоиона A^- посредством образования мостиков $\equiv\text{Al-Me-Al}\equiv$ приводит к заметному ослаблению взаимодействия между компонентами ионной пары и, как следствие, повышению ее реакционной способности по отношению к молекуле алкена.

Ранее на основании экспериментальных исследований кинетики полимеризации этилена в системах $\text{Cp}_2\text{ZrCl}_2 + \text{МАО}$ и $(\text{Cp}_2\text{ZrCl})_2\text{O} + \text{МАО}$ (Фушман Э.А. и др.// Высокомолек. соед. Сер.Б. 1995. Т.37. №9. С.1589-1616), был сделан вывод о том, что фрагменты МАО, способные взаимодействовать с металлоценами с образованием каталитических центров, представляют собой аддукты $>\text{Al-O-Al}<$ с AlMe_3 . Эти данные были подтверждены результатами квантово-химических расчетов с использованием моделей таких фрагментов.

УПРУГИЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИЕ КОНТАКТЫ ДЛЯ СБОРКИ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ

Джатиева Р.Д.¹, Шубин Н.Е.²

¹ ГБУ «Инновационно -технологический центр материаловедения», г.Владикавказ

² ФГБОУ ВПО «Северо-Кавказский горно-металлургический институт (Государственный технологический университет)». г.Владикавказ
e-mail: dgarem@mail.ru

Целью работы является разработка материалов и технологии производства упругих полимерных токопроводящих контактов, предназначенных для повышения надежности механического соединения, упрощения и ускорения сборки аппаратуры. Полимерные эластичные соединители состоят из чередующихся электропроводящих и изоляционных микрогетерогенных слоев на основе кремнийорганических каучуков. Прочность соединения слоев (количество которых может достигать нескольких сотен) по границе раздела обеспечивается за счет химического взаимодействия функциональных групп полимера.

Полученные эластомерные соединения способны эксплуатироваться от -60°C до $+60^{\circ}\text{C}$. Достоинством упругих контактов является быстрое присоединение к дисплею или коммутирующему устройству, и способность соединять детали с различными температурными коэффициентами линейного расширения.

В процессе выполнения работы были исследованы зависимости времени жизни полимерных композиций от количества отвердителя, изменение удельного объемного электросопротивления от количества вводимого наполнителя и другие показатели, влияющие на надежность и работоспособность в условиях эксплуатации изделий.

Свойства упругих полимерных контактов не уступают аналогам зарубежных производителей: толщина проводящих и изоляционных слоев 0,08-0,14 мм, электрическое сопротивление между токопроводящими слоями $(2-5)10^{12}$ Ом, электрическое сопротивление проводящих слоев 540-860 Ом, остаточная деформация полимерного контакта 2-2,5%. Эти показатели не меняются после длительной эксплуатации и воздействия перепадов температур от -60°C до $+60^{\circ}\text{C}$.

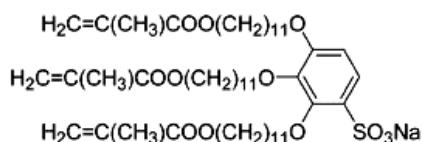
Использование в сборке радиоэлектронных приборов упругих полимерных контактов (соединителей) обеспечивает легкость и простоту их установки, снижает процент брака при монтаже. Такие соединители являются хорошими амортизаторами при ударах и вибрациях, обладают термо, -влаго- и коррозионной стойкостью.

САМООРГАНИЗУЮЩИЕСЯ ИОННЫЕ КАНАЛЫ НА ОСНОВЕ ЖЕСТКИХ СЕКТОРООБРАЗНЫХ ДЕНДРОНОВ БЕНЗОЛСУЛЬФОКИСЛОТЫ С НЕПРЕДЕЛЬНЫМИ АЛИФАТИЧЕСКИМИ ЗАМЕСТИТЕЛЯМИ

Щербина М.А., Бакиров А.В., Якунин А.Н., Beginn U., Чвалун С.Н.

¹*Институт синтетических полимерных материалов РАН,
ул. Профсоюзная, 70, 170043, Москва, Россия, shcherbina@ispm.ru*

Биологические мембраны, служащие барьером между клеткой и окружающей средой, содержат высокоселективные каналы, составленные из специализированных самоорганизующихся протеинов, через которые клетка осуществляет обмен веществ с межклеточной жидкостью. Создание искусственных функциональных мембран для селективного, контролируемого транспорта соединений, - одно из наиболее перспективных направлений материаловедения, способное принести революционные изменения в лабораторную практику и химико-фармакологическую промышленность за счет вытеснения энерго- и трудоемких методов очистки изотермическим фильтрованием через мембрану.



Известный пример такого материала – перфторированные иономерные мембраны (Nafion®). Они обладают, однако, рядом важных недостатков, например, невозможностью произвольно увеличивать содержание кластеров, поскольку иономеры становятся растворимыми при увеличении доли сульфонов в растворе. Жидкокристаллические термотропные соединения, обладающие секторообразными молекулами, представляют собой серьезную альтернативу перфторированным иономерам, в том числе за счет возможности сравнительно легко ориентировать образцы, создавая высокоупорядоченные системы каналов.

В работе исследовано фазовое поведение дендронов на основе бензолсульфокислоты, способных к формированию протяженных супрамолекулярных колончатых структур за счет ионных взаимодействий. Анализ структуры цилиндров колончатой фазы проводили методом восстановления электронной плотности из интенсивности малоугловых рефлексов. Показана возможность создания ориентированных образцов одноосной вытяжкой при температуре, соответствующей области существования неупорядоченной колончатой фазы.

ВОДОРАСТВОРИМЫЕ ЗВЕЗДООБРАЗНЫЕ ПОЛИМЕРЫ С ФУЛЛЕРЕНОВЫМ ЯДРОМ НА ОСНОВЕ АКРИЛАМИДОВ

**Эстрин Я.И., Атовмян Е.Г., Войлов Д.Н., Грищук А.А.,
Перепелицина Е.О., Эстрина Г.А.**

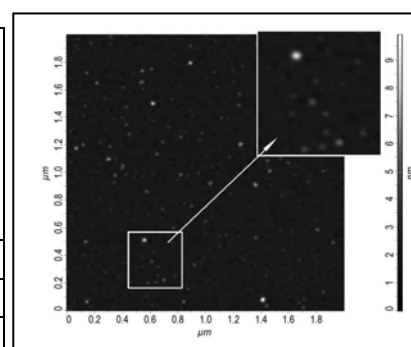
Институт проблем химической физики РАН, г. Черноголовка, Россия, estriny@icp.ac.ru

Водорастворимые звездообразные полимеры с фуллереновым ядром (ЗФП), в частности на основе N-изопропилакриламида (НПА) представляют интерес из-за перспективности их применения в биологии, медицине, а также других областях, где необходимо использовать водные растворы полимеров, которые могут служить наноконтейнерами. К молекуле C₆₀ может присоединиться до 16 свободных радикалов, в том числе растущих полимерных цепей с образованием ЗПФ. Синтез таких полимеров проводили в среде о-дихлорбензола, в котором хорошо растворимы как исходные реагенты (фуллерен, мономер НПА, инициатор АИБН), так и получающийся полимер, что обеспечивает гомогенные условия на всем протяжении процесса.

Полученные ЗПФ охарактеризованы эксклюзионной многодетекторной хроматографией с использованием рефрактометрического и спектрофотометрического детекторов, а также многоугольного детектора по светорассеянию (LS). Подобраны условия синтеза продуктов с ММ (50-150 кД), близкими к расчетным (по данным LS), и в то же время элюирующиеся в области объемов удерживания, соответствующих линейным олигомерам с ММ ~ 2-5 кД, что свидетельствует в пользу звездообразного строения макромолекул. Круговая симметрия макромолекул подтверждена методом атомно-силовой микроскопии (AFM). Результаты измерений размеров макромолекул ЗПФ методом AFM хорошо согласуются с данными измерений методом динамического светорассеяния (DLS).

Таблица 1. Размеры частиц ЗПФ

Образец	Полуоси эллипсоидов по данным AFM		Радиусы эквивалентных сфер $R_{sph} = \sqrt[3]{ab^2}$, нм	Радиусы для сферических частиц по DLS, нм
	<a>, нм	, нм		
1	2,32	15,7	8,3	9,2
2	2,89	19,6	10,4	11,2
3	5,96	26,6	16,2	17,2



Пример кадра AFM

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы фундаментальных исследований Президиума РАН № 24.

РАСТВОРЫ ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТОВ: ЯМР-ПАРАМАГНИТНОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ, ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С МЕТАЛЛОКОМПЛЕКСАМИ

Амиров Р.Р., Бурилова Е.А., Зиятдинова А.Б., Солодов А.Н., Журавлева Ю.И.

*Казанский федеральный университет, Химический институт им. А.М. Бутлерова,
Казань, Россия, ramirov@ksu.ru*

Растворы полимеров являются перспективной средой для проведения химических реакций, включая процессы комплексообразования. Особый интерес вызывают водорастворимые полимерные электролиты, способные к сильным электростатическим взаимодействиям и к водородному связыванию с противоположно заряженными частицами металлокомплексов. Выявление закономерностей протекания равновесных реакций комплексообразования в таких средах открывает путь к получению новых материалов (композитов, функциональных материалов, катализаторов, биомедицинских зондов, наноматериалов), развитию технологий гидрометаллургии и очистки воды.

Целью работы являлось выявление некоторых закономерностей влияния природы, типа, молекулярной массы ряда полиэлектролитов на образование комплексных соединений гадолиния(III), марганца(II) и железа(III) с различными лигандами в растворах.

В докладе представлены результаты ЯМР-парамагнитного зондирования состояния ионов гадолиния(III) и марганца(II) в растворах ионных и неионных полимеров. Показано, что противоположный характер изменения релаксационной эффективности растворов полимеров в присутствии Gd(III) и Mn(II) можно объяснить различием в способе связывания (ассоциация и комплексообразование) ионов-зондов с функциональными группами анионного полимера (полистиролсульфонат натрия) и pH-зависимого катионного полимера (полиэтиленимина). Проанализировано влияние добавок полиэлектролитов на реакции комплексообразования Gd(III), Fe(III) и Mn(II) с полидентатными лигандами - этилендиаминтетрауксусной и диэтилентриаминпентауксусной кислотами. Установлено, что в кислых средах анионный полимер выступает в роли конкурента лиганду в связывании с катионом металла. Показана роль кислотности среды, солевого фона, строения лиганда и соотношения реагентов на образование тройных соединений катион - комплексон - полиэтиленимин. Из анализа результатов сравнительного исследования влияния полиэтиленимина и хлорида полидиаллилдиметиламмония на реакции образования выбранных металлокомплексов сделан вывод о важности образования водородных связей между молекулами полимера и лиганда для стабилизации тройных соединений.

Работа поддержана РФФИ (проект офи-м-13-03-12436).

САМООРГАНИЗАЦИЯ АМФИФИЛЬНЫХ pH-ЧУСТВИТЕЛЬНЫХ СОПОЛИМЕРОВ В РАСТВОРАХ: ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ПОДХОДЫ

Борисова О.В.^{a,b}, Billon L.^b, Stepanek P.^c, Вакаева Z.^c, Заремский М.Ю.^a, Жулина Е.Б.^d,
Борисов О.В.^{d,b}

^aМосковский Государственный Университет им. М.В.Ломоносова

^bIPREM/EPCP UMR 5254 CNRS UPPA, Pau, France

^cInstitute of Macromolecular Chemistry AS CR, Prague, Czech Republic

^dИнститут высокомолекулярных соединений Российской академии наук, С.Петербург

Email: oleg.borisov@univ-pau.fr

Применение самоорганизующихся наноструктур амфифильных блок сополимеров в качестве векторных систем или молекулярных матриц требует строгого контроля морфологии и способности наноструктур реагировать на специфические внешние воздействия. Теоретические основы термодинамического контроля и экспериментальные подходы к созданию «умных» наноструктур посредством спонтанной самоорганизации амфифильных ионных блок-сополимеров в водных средах обсуждаются в докладе.

В условиях термодинамического равновесия морфология агрегатов амфифильных блок-сополимеров зависит от внутримолекулярного гидрофобно-гидрофильного баланса и силы ионных взаимодействий, которая может изменяться в зависимости от концентрации соли и pH раствора. Дополнительным контрольным параметром является топология блок-сополимера. В частности, звездообразно разветвленные или циклические блок-сополимеры способны к образованию наноструктур иной морфологии, чем гомологичные им линейные диблок-сополимеры.

Экспериментальная реализация «умных» наноструктур амфифильных сополимеров в водных средах представляет собой сложную задачу, поскольку спонтанная самосборка часто приводит к формированию кинетически замороженных агрегатов, не способных к последующим перестройкам при изменении внешних условий. В качестве одного из возможных подходов малая доля pH-чувствительных ионных мономерных звеньев может быть включена в состав ассоциирующих гидрофобных блоков. Контролируемая радикальная полимеризация в присутствии нитроксидов позволила нам синтезировать ди- и триблок сополимеры, состоящие из одного блока акриловой кислоты и одного или двух концевых блоков с градиентной последовательностью акриловой кислоты и стирола. В отличие от диблок-сополимеров с таким же общим составом, блок-градиентные сополимеры способны к формированию структур, обратимо изменяющих агрегационное число в ответ на изменение pH или ионной силы раствора, что подтверждается экспериментами по динамическому светорассеянию и малоугловому рассеянию нейтронов.

Самосборка триблок-градиентных сополимеров стирола и акриловой кислоты с градиентными концевыми блоками в полуразбавленных растворах проявляется в обратимом переходе золь-гель, контролируемым изменением pH или ионной силы раствора, что подтверждается исследованием реологических свойств раствора.

ВЫСОКОЗАРЯЖЕННЫЕ ОЛИГОМЕРЫ КАК ФАКТОР, ДЕСТАБИЛИЗИРУЮЩИЙ ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ

Изумрудов В.А.

МГУ имени М.В. Ломоносова, химический факультет. 119991 Москва, Ленинские горы

izumrud@genebee.msu.ru

Хорошо известна фундаментальная роль длины цепи в физической химии высокомолекулярных соединений, в частности, во взаимодействии разноименно заряженных природных и синтетических макромолекул, определяющем структуру и свойства продуктов – полиэлектролитных комплексов. Давно установлено, что наиболее существенная дестабилизация комплексов происходит при замене высокомолекулярного компонента на олигомер, молекулы которого в случае виниловых полимеров содержат от 6-8 до одного-двух десятков повторяющихся заряженных звеньев.

В докладе будут рассмотрены другие аспекты дестабилизирующего действия подобных олигомеров, которые необходимо учитывать для успешного решения насущных практических задач. Примером может служить проблема подавления термоагрегации белков (ферментов) путем их включения в растворимые белок-полиэлектролитные комплексы, которое не должно сопровождаться существенной потерей биологической активности. Игнорирование недавно открытых закономерностей связывания белков с противоположно заряженными короткими цепями, проанализированных в обзоре [1], или использование не фракционированных образцов, содержащих олигомеры, могут приводить к неправильным выводам и далеко идущим нежелательным последствиям.

В заключении будут обсуждены возможные механизмы комплексообразования с участием заряженных олигомеров и выработаны рекомендации по практическому использованию таких комплексов.

Литература

- [1] В.А. Изумрудов. Растворимые полиэлектролитные комплексы биополимеров // *Высокомолекулярные соединения Сер. А*, **2012**. Т.54. № 7. С.1086-1094

ВЛИЯНИЕ МОЛЕКУЛЯРНОЙ МАССЫ НА САМОДИФФУЗИЮ В ГИБКОЦЕПНЫХ ПОЛИМЕРАХ

Кулагина Т.П., Карнаух Г.Е., Смирнов Л.П., Кузина А.Н.

*Институт проблем химической физики РАН
просп. Семенова, 1. г.Черноголовка, 142432. Московская обл. Россия.
E-mail: tan@icp.ac.ru*

Для проведения управляемого синтеза и применения гибкоцепных полимеров (ГП) необходимы данные об их структуре, молекулярной подвижности и диффузии, которые определяются различными методами ЯМР. Для определения коэффициента самодиффузии D в полимерах обычно используется метод стимулированного эха ЯМР с импульсным градиентом магнитного поля (ИГПМ) [1]. В данной работе предложен общий подход для вычисления сигналов диффузионного затухания спиновых эхо для различных последовательностей РЧ импульсов, способы получения корреляционной функции молекулярных движений $k(t)$ и среднего квадрата смещений $\langle s^2(t) \rangle$ из сигналов спада свободной индукции (ССИ) и стимулированного эха. Тепловые молекулярные движения учитывались через флуктуации дипольных-дипольных взаимодействий (ДДВ) и связанные с ними корреляционные функции [2]. Проведены расчеты диффузионного затухания стимулированного эха $A_{2d}(t)$, $\langle s^2(t) \rangle$ и коэффициента самодиффузии D в сшитых и линейных полимерах с различной молекулярной массой [3]. Показано, что в редкосшитых полимерах и квазисетках зацеплений средний квадрат смещения $\langle S^2(t) \rangle$ логарифмически зависит от времени $\langle S^2(t) \rangle \sim \ln t - \ln N_0$. Получены универсальные зависимости D от средней длины полимерной цепи, которые соответствуют экспериментальным результатам и позволяют объяснить наблюдаемую аномальную диффузию с ростом средней молекулярной массы M_w .

Литература

1. Маклаков А.И., Скирда В.Д., Фаткуллин Н.Ф. Самодиффузия в растворах и расплавах полимеров, *Казань: Каз. Ун.* 1987. 224 С.
2. Кулагина Т.П., Варакина В.А., Кузина А.Н. Исследование влияния молекулярной массы на топологическую структуру и молекулярную подвижность линейных гибкоцепных полимеров методом ЯМР-релаксации. *Докл. Акад. Наук.* 2012. Т. 444. № 3. 270–274 С.
3. Кулагина Т.П., Карнаух Г.Е., Кузина А.Н., Смирнов Л.П. ЯМР-исследование связи самодиффузии с топологической структурой гибкоцепных полимеров. *Химическая физика.* 2013. Т. 32. № 3. 62–68 С.

ПРЕДЕЛЫ ПРИМЕНИМОСТИ МЕТОДА ДИНАМИЧЕСКОГО СВЕТОРАССЕЯНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ РАСТВОРОВ. ОШИБКИ МЕТОДА

Лаптинская Т.В.

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
физический факультет, 119991, Москва, Ленинские горы, д.1, стр.2, laptin@polly.phys.msu.ru*

Метод динамического светорассеяния (ДРС) позволяет измерить времена релаксации движений отдельных молекул в разбавленных растворах, а также определить времена релаксации отдельных структурных единиц в полуразбавленных растворах с зацеплениями и без зацеплений. Построение зависимости обратного времени затухания от волнового вектора рассеяния (дисперсия моды движения) даёт возможность отличить диффузионное движение от вязкоупругого.

Наименьший размер, который можно измерить, определяется не временными параметрами измерительной аппаратуры, а растворимостью вещества. С одной стороны, сигнал рассеяния от отдельной частицы пропорционален её массе, и при малом радиусе и малой концентрации он сравним с сигналом рассеяния от чистого растворителя. С другой стороны, при больших концентрациях в растворе присутствуют агрегаты, которые рассеивают больше света (пропорционально кубу радиуса) и на их фоне вклад отдельных маленьких молекул становится незаметным. Важную роль играет фильтрация не только от пыли, но и от воздуха, который может содержаться в растворителе. Наименьшие частицы в растворе, измеренные методом ДРС, имеют радиус около 0,4 нм.

Для работы с поглощающими частицами необходимо применять специальную технику. На примере рассеяния от раствора фуллерена показано, что даже при малой мощности лазерного излучения (порядка 3 мВт) в растворе возникает тепловой поток (баллистическое движение частиц, или супердиффузия). Скорость этого потока можно измерить. То же явление возникает, если поглощающая частица присоединена к полимерной цепи, независимо от того, является раствор разбавленным или концентрированным. Для того чтобы измерить радиусы поглощающих частиц в растворе, необходимо выбирать большие углы рассеяния и маленькие мощности лазерного излучения, а также контролировать, является ли движение исследуемого объекта диффузионным, по зависимости обратного времени релаксации от волнового вектора.

ИНТЕРПОЛИЭЛЕКТРОЛИТНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В ПОЛИМЕРНЫХ МИЦЕЛЛЯРНЫХ СИСТЕМАХ

Лысенко Е.А.¹, Челушкин П.С.², Гриневич Р.С.³, Кабанов А.В.^{1,4}, Зезин А.Б.¹

¹*МГУ имени М.В. Ломоносова, химический факультет, 119991, Москва, Ленинские горы, 1/3*

E-mail: lysenko@genebee.msu.su

²*ИВС РАН, 199004, Санкт-Петербург, Большой проспект, 31*

³*ИБХ РАН, 117997, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 16/10*

⁴*University of North Carolina, 27599, Chapel Hill, NC, USA*

Смешение противоположно заряженных полиэлектролитов представляет собой простой и удобный способ синтеза широкого класса полимерных материалов, получивших название интерполиэлектролитных комплексов (ИПЭК). В работе рассмотрены два типа ИПЭК на основе линейного полииона и мицеллообразующего амфифильного диблок-сополимера, а также двух диблок-сополимеров с идентичным гидрофобным блоком. Целью работы является поиск путей получения новых типов полиэлектролитных наночастиц путем комбинирования самопроизвольных процессов образования ИПЭК и мицеллообразования в водных и водно-органических средах.

Показано образование мицеллярных ИПЭК при смешении мицелл ионогенного амфифильного диблок-сополимера с противоположно заряженным линейным полиионом. Продемонстрирована растворимость всех изученных ИПЭК в зарядовом избытке блок-сополимера независимо от химической природы линейного полиэлектролита и избирательная растворимость комплексов в избытке линейного полиэлектролита. На основе исследований состава и молекулярных характеристик растворимых комплексов предложена мультислойная модель структуры частиц ИПЭК как сферических агрегатов, состоящих из формообразующего гидрофобного ядра, промежуточного слоя из электростатически провзаимодействовавших полимерных звеньев и внешней заряженной короны из звеньев избыточного компонента.

Смешением противоположно заряженных диблок-сополимеров можно получить как нерастворимые межмицеллярные ИПЭК, так и смешанные мицеллы с общим гидрофобным ядром и катионно-анионной короной, растворимые при зарядовом избытке одного из сополимеров. Такие мицеллы представляют собой полислойные наночастицы, способные самопроизвольно усложнять свою структуру за счёт связывания как одноименно, так и противоположно заряженных линейных полиионов.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПОЛИМЕРИЗОВАННЫХ МИЦЕЛЛ В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ

Мельников А.Б., Богданов Б.Д., Зорин И.М.

Санкт-Петербургский государственный университет,

198904 Санкт-Петербург, Петродворец, Ульяновская ул. д.1

Методами динамического рассеяния света и поступательной диффузии были исследованы полимеризованные мицеллы (ПМ) молекул 2-акриламидо-2-метилпропансульфонат додецил аммония (в хлороформе, спиртах, диметилформамиде и в смесях этих растворителей), N-акрилоил-11-аминоундекановая кислота и ее натриевая соль (в воде и ДМФА), в широком диапазоне концентраций.

Измерения по рассеянию света были выполнены на установке “Photocor SP Instruments”. Рассеянный свет регистрировали в диапазоне углов $\theta = 30-90$ градусов, при температуре 22⁰С

Обработка данных проводилась в программе DynaLS. Определены коэффициенты диффузии и рассчитаны по формуле Стокса гидродинамические размеры молекул в растворах. Размеры ПМ существенно зависят от полярности растворителя. В некоторых растворах обнаружены агрегаты ПМ. Исследования поступательной диффузии показали, что происходит рост гидродинамических размеров ПМ (ПАМПС-ДДА) в ряду спирт-ДМФА-хлороформ. Анализ данных динамического рассеяния света в смесях показал, что в растворах присутствуют как малоразмерные компоненты (единичные ПМ), так и их агрегаты. Причем, вариация компонентов смеси приводит к изменению размеров агрегатов и весовому соотношению единичная ПМ – агрегат ПМ. Предложена модель самоорганизации ПМ в средах с различной полярностью. Оценено число ПМ в агрегатах в хлороформе, ДМФА и в смесях хлороформ-бутанол, ДМФА - бутанол.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 13-03-00474

ВОДОРАСТВОРИМЫЕ ИНТЕРПОЛИЭЛЕКТРОЛИТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИИОНОВ НЕЛИНЕЙНОГО СТРОЕНИЯ

**Пергушов Д.В.¹, Бабин И.А.¹, Амелёхина Н.Г.¹, Gelissen A.P.², Wolf A.³, Plamper F.A.²,
Müller A.H.E.^{3,4}, Зезин А.Б.¹**

¹*Химический факультет Московского государственного университета имени М.В.*

Ломоносова pergush@genebee.msu.ru

²*Institute of Physical Chemistry, RWTH Aachen University, Aachen, Germany*

³*Macromolecular Chemistry II, University of Bayreuth, Bayreuth, Germany*

⁴*Johannes Gutenberg University of Mainz, Mainz, Germany*

Взаимодействие ионогенных полимеров нелинейного строения (звездообразных гомополиэлектролитов, молекулярных полиэлектролитных «щёток», гетеролучевых бис-гидрофильных ионогенных сополимеров звездообразного строения) с противоположно заряженными линейными макромолекулами при определенных условиях может приводить к образованию водорастворимых интерполиэлектролитных комплексов, размер частиц которых находится в нанометровом диапазоне [1]. В зависимости от типа полимера нелинейного строения, вовлеченного в интерполиэлектролитное взаимодействие, образующиеся комплексные частицы могут обладать различной структурной организацией: структурой типа «ядро-оболочка» в случае звездообразных гомополиэлектролитов [2], структурой типа «бусинки-на-нити», где каждая бусинка имеет строение типа «ядро-оболочка», в случае молекулярных полиэлектролитных «щёток» [3], а также достаточно редкой для интерполиэлектролитных комплексов везикулярной структурой в случае гетеролучевых бис-гидрофильных ионогенных сополимеров звездообразного строения [4]. Такие водорастворимые интерполиэлектролитные комплексы можно рассматривать как компартментализованные макромолекулярные структуры, которые могут быть востребованы в качестве наноконтейнеров и нанореакторов.

[1] D.V. Pergushov, O.V. Borisov, A.B. Zezin, A.H.E. Müller *Adv Polym Sci* (2011), **241**, 131-161.

[2] Д.В. Пергушов, И.А. Бабин, Ф.А. Плампер, Х. Шмальц, А.Х.Э. Мюллер, А.Б. Зезин *Доклады Академии Наук. Физическая Химия* (2009), **425**, 343-347.

[3] S.V. Larin, D.V. Pergushov, Y. Xu, A.A. Darinskii, A.B. Zezin, A.H.E. Müller *Soft Matter* (2009), **5**, 4938-4943.

[4] F.A. Plamper, A.P. Gelissen, J. Timper, A. Wolf, A.B. Zezin, W. Richtering, H. Tenhu, U. Simon, J. Mayer, O.V. Borisov, D.V. Pergushov *Macromol Rapid Commun* (2013), **34**, 855-860.

СТРУКТУРНЫЕ ПЕРЕХОДЫ И ОРИЕНТАЦИОННАЯ РЕЛАКСАЦИЯ В ИЗОТРОПНЫХ РАСПЛАВАХ ПОЛИМЕРОВ С МЕЗОГЕННЫМИ БОКОВЫМИ ГРУППАМИ

Полушин С.Г., Рюмцев Е.И.

*Санкт-Петербургский государственный университет, физический факультет, Ульяновская
ул., д.1, Петродворец, 198504 Санкт-Петербург. E-mail: polushin@land.ru*

В докладе сообщается ряд новых результатов, полученных методом электрического двойного лучепреломления (эффекта Керра) при исследовании расплавов гребнеобразных полиакрилатов с мезогенными цианобифенильными боковыми группами[1] выше температуры фазового перехода смектик - изотропная фаза или нематик - изотропная фаза. Было обнаружено резкое изменение температурной зависимости постоянной Керра, обусловленное изменением ближнего ориентационного молекулярного порядка при структурном переходе изотропная фаза – изотропная фаза у смектических образцов. Сходное явление ранее впервые наблюдалось в изотропном расплаве полимера с существенно иной химической структурой - в метакриловом смектическом полимере с хиральными боковыми группами[2], что может указывать на универсальность и распространенность таких переходов. Исследование процесса релаксации индуцированного электрическим полем ориентационного порядка в изотропных расплавах показало, что у гребнеобразных мезогенных полимеров релаксация имеет аномальный характер, не согласующийся с теорией Ландау – Де Жена. Это обусловлено наличием нескольких механизмов ориентации макромолекул в расплаве. Нам удалось выделить четыре релаксационных процесса у смектиков и три – у нематиков. Полученные результаты подтверждают предложенную ранее модель аномальной релаксации в полимерах[3].

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 12-03-00831-а.

1. Костромин С.Г., Шибяев В.П. и др. // Высокомолекулярные соединения. Серия А. 1996. Т. 38. №9. С. 1566.
2. Polushin S., Rogozin V., Beloborodov I., Rjuntsev E., Kozlovsky M. // Macromol. Rapid Comm. 2008. V. 29. P. 22
3. Полушин С. Г., Филиппов С. К., Фискевич Т. С., Барматов Е. Б., Рюмцев Е. И. // Высокомол. соединения. Серия С. 2010. Т. 52. № 7. С. 1256.

ОСОБЕННОСТИ ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТНОГО ПОВЕДЕНИЯ ГЕЛЕЙ И КРИОГЕЛЕЙ СОПОЛИМЕРОВ АКРИЛАМИДА С АКРИЛАМИДО-2-МЕТИЛПРОПИЛСУЛЬФОНАТОМ НАТРИЯ

Комарова Г.А., Стародубцев С.Г., Хохлов А.Р.

Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова, Физический факультет

Исследованы особенности полиэлектролитного поведения заряженных гелей и криогелей сополимеров акриламида и *N*-изопропилакриламида (НИПА) с акриламидо-2-метил-1-пропилсульфонатом натрия (АМПС), а также гелей поли-АМПС и их композитов, наполненных масляной эмульсией. Криогели синтезировали в замороженных водных растворах при -15°C . Показано, что для криогелей полиэлектролитное набухание выражено значительно слабее, чем для гелей, синтезированных в растворах. Для слабозаряженных термочувствительных гелей с НИПА группами нагревание индуцирует коллапс. Заряджение обычного геля приводит к возрастанию НКТС на 18°C , для криогеля это увеличение составляет всего 3°C . При взаимодействии с цетилпиридиний хлоридом, ионами поливалентных металлов (или металлами-комплексообразователями) или катионными полимерами коллапс выражен значительно слабее, чем для гелей, синтезированных в растворе. Изотермы адсорбции катионных ПАВ обычными анионными и криогелями различаются незначительно. Особенности поведения заряженных криогелей обусловлено высокой локальной концентрацией сшивок и топологических зацеплений при синтезе. Благодаря макропористой структуре, при коллапсе, индуцированном повышением температуры или химическими реагентами, криогели выделяют до 95% содержащихся в них эмульсий во внешнюю среду и могут рассматриваться в качестве перспективных средств адресного транспорта липофильных соединений.

G.A.Komarova et al. Intelligent gels and cryogels with embedded emulsions of various oil. Journal of Applied Polymer Science 2013, 127, 2703-2709; Комарова Г.А., Стародубцев С.Г., Хохлов А.Р. Магнитные альгинатные гранулы для адресной доставки функциональных гидрофобных веществ, *Высокомолекулярные соединения, А*, 2012, т.54, N12, с.1737-1742.; Комарова Г.А., Стародубцев С.Г., Хохлов А.Р. Особенности полиэлектролитного поведения слабозаряженных криогелей полиакриламида и поли-*N*-изопропил-акриламида. *Высокомолек. Соед. А* 2013, 55, №6, 691-696

ПОВЕДЕНИЕ ГЕТЕРОГЕННЫХ ПРИВИТЫХ СОПОЛИМЕРОВ В СЕЛЕКТИВНЫХ РАСТВОРИТЕЛЯХ

Филиппов А.П., Тарабукина Е.Б., Беляева Е.В., Красова А.С., Симонова М.А.,

Мелешко Т.К., Ильгач Д.М., Богорад Н.Н., Якиманский А.В.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Институт высокомолекулярных соединений Российской академии наук

199004 Санкт-Петербург, Большой пр., 31, afil@imc.macro.ru

Обобщаются результаты исследований методами молекулярной гидродинамики и оптики привитых сополимеров с полиимидной (ПИ) основной и боковыми цепями полиметилметакрилата, поли-трет-бутилметакрилата и полистирола. Эксперименты проводились в селективных растворителях, в которых основная цепь не растворялась или растворялась плохо, а для боковых цепей они были термодинамически хорошими или идеальными. Поведение молекулярных щеток в растворах сильно зависит от структурных параметров. В сополимерах с низкой степенью замещения $z < 0.4$ и относительно короткими привитыми цепями (степень их полимеризации $P_{\text{бц}} < 100$) основные ПИ цепи слабо экранированы боковыми цепями, и в их растворах формируются надмолекулярные структуры вследствие взаимодействия ПИ цепей. Соплимеры с очень длинными боковыми цепями ($P_{\text{бц}} > 200$) при невысокой степени замещения ($z < 0.4$) и сополимеры с высокой густотой прививки боковых цепей ($z > 0.8$ при $P_{\text{бц}} > 25$) образуют молекулярные растворы. Гидродинамическое поведение этих молекулярных щеток заметно изменяется при переходе от растворителя к растворителю, что обусловлено изменением конформации макромолекул, их внутримолекулярной плотности и асимметрии формы. Показано, что основным фактором, влияющим на конформацию макромолекул привитых сополимеров, является их дифильность. Во всех растворителях основная цепь стремится “уйти” внутрь молекулярного клубка, при этом масштаб происходящих изменений зависит от термодинамического качества растворителя по отношению к боковым цепям. В идеальных для боковых цепей растворителях форма макромолекул привитых сополимеров близка к сферической, причем в центре макромолекулы находится сколлапсированная основная цепь, а на периферии – поджатые боковые цепи.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 11-03-00353-а) и программы фундаментальных исследований Отделения химии и наук о материалах РАН “Создание и изучение макромолекул и макромолекулярных структур новых поколений”.

КОНФОРМАЦИЯ, ОПТИЧЕСКИЕ И ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИ (12-АКРИЛОИЛАМИНО-ДОДЕКАНОВОЙ КИСЛОТЫ) В РАСТВОРАХ

Цветков Н.В. *, Ахмадеева Л.И. *, Подсевальникова А.Н. *, Лезов А.А. *, Лебедева Е.В. *,
Иванова В.О. *, Зорин И.М. **, Билибин А.Ю. **

**Физический факультет, Санкт-Петербургский государственный университет, ул.
Ульяновская 3, Петродворец, 198504, Россия*

***Химический факультет, Санкт-Петербургский государственный университет,
Университетский пр. 26, Петродворец, 198504, Россия*

N.Tsvetkov@mail.ru

Мономеры и полимеры, способные к самоорганизации в разбавленных растворах представляют большой интерес, как с фундаментально-научной точки зрения, так и в связи с возможностью их практического использования в качестве поверхностно-активных мицеллообразующих веществ, стабилизаторов дисперсных систем, флокулянтов, носителей лекарственных препаратов.

В работе проведены комплексные исследования гидродинамических и оптических свойств гребнеобразного полимера поли(12-акрилоиламино-додекановой кислоты) (ПААДК), в котором длинный алифатический фрагмент присоединен к основной полимерной цепи амидной группой, в смешанном растворителе диоксан + циклогексанол (Д+Ц) в объемном соотношении 1:1 методами двойного лучепреломления в потоке (ДЛП), динамического светорассеяния и вискозиметрии. Полимер синтезирован в растворе из мономера, находящегося в организованном (мицеллярном) состоянии.

В уравнениях Марка–Куна–Хаувинка (МКХ) для поступательного трения и характеристической вязкости показатели степени типичны для полимеров с умеренной равновесной жесткостью и значительной молекулярной массой, при отсутствии заметных объемных эффектов. Определены величины равновесной жесткости $A=6.2$ нм и эффективного гидродинамического диаметра $d=3.4$ нм макромолекул. Проведен детальный анализ вкладов оптических эффектов микро- и макроформы в наблюдаемое ДЛП и определена величина собственной оптической анизотропии мономерного звена $\Delta\alpha = -8.15 \times 10^{-25} \text{ см}^3$. Проведено сопоставление полученных данных с характеристиками ранее изученного полимера сходного строения поли(N-акрилоил-11-аминоундекановой кислоты).

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проекты № 12-03-00687-а, №12-03-00746-а).

ПОВЕДЕНИЕ ТЕРМОЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ЗВЕЗДООБРАЗНОГО ПОЛИ(2-ИЗОПРОПИЛ-2-ОКСАЗОЛИНА) ОКОЛО НКТР

Амирова А.И., Бурсиан А.Э., Теньковцев А.В., Филиппов А.П.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Институт высокомолекулярных соединений Российской академии наук,

199004 г. Санкт-Петербург, Большой пр., д. 31, aliram.new@gmail.com

Поли(2-алкил-2-оксазолины) привлекают внимание благодаря своим физико-химическим и биологическим свойствам и перспективам применения в качестве биоматериалов и термочувствительных материалов. Один из представителей класса поли(2-оксазолинов) – поли(2-изопропил-2-оксазолин) (ПИО) – является структурным аналогом поли-N-изопропилакриламида и полипептидов, биосовместим и стабилен в биологических средах. При этом нижняя критическая температура растворения (НКТР) полимера близка к температуре человеческого тела. В настоящее время активно синтезируются полимеры сложной архитектуры на основе ПИО.

В настоящей работе изучено поведение звездообразного термочувствительного полимера с 8 лучами ПИО и окта-трет-бутилкаликс[8]ареном в качестве ядра ($M = 19600$). Эксперименты были выполнены методами статического и динамического рассеяния света в разбавленных водных растворах концентраций (0.2 – 3.2) г/дл при температурах T от 22 до 52°C. Определены температурные и концентрационные зависимости интенсивности рассеянного света I , гидродинамических размеров R_h рассеивающих объектов и их доля S_r в растворе. Исследовано изменение I , R_h и S_r во времени и показано, что времена установления их равновесных значений могут достигать 20000 секунд. НКТР определяли из концентрационной зависимости температуры помутнения T_{cp} раствора.

Уже при комнатных температурах в растворах наряду с индивидуальными макромолекулами зафиксировано наличие агрегатов, состоящих из 30 – 200 молекул ПИО. Для всех концентраций при повышении T сначала происходило увеличение доли агрегатов в растворе за счет уменьшения количества индивидуальных макромолекул. При дальнейшем нагревании в растворе остаются только агрегаты, размеры которых растут, и около T_{cp} они состоят из десятков тысяч молекул ПИО. В растворах ряда концентраций зафиксировано образование агрегатов меньших размеров (до 1000 макромолекул).

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 12-03-31341-мол_а).

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СВЯЗЫВАНИЯ ДНК С КАТИОННЫМИ ПОЛИМЕРАМИ С ПОМОЩЬЮ ИНТЕРКАЛИРУЮЩИХ КРАСИТЕЛЕЙ

Жирыкова М.В.

*МГУ имени М.В. Ломоносова, химический факультет,
119991, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 3; marina@phys.chem.msu.ru*

Исследование полиэлектролитных комплексов нуклеиновых кислот тесно связано с решением важных практических задач, будь то разделение компонентов белковых смесей в биотехнологии или трансфекция нуклеиновой кислоты в генной терапии. Развитие этой области физикохимии полимеров требует разработки простых и экспрессных методов оценки связывания компонентов. Таковым является подход [1], основанный на измерении флуоресценции интеркалирующего красителя (ИК), поскольку добавление катионного полимера может приводить к конкурентному вытеснению ИК из двойной спирали и тушению флуоресценции, а разрушение полиэлектролитного комплекса – к встраиванию ИК в освобождающиеся сайты ДНК, которое сопровождается ростом флуоресценции раствора.

В докладе на примере широкого круга синтетических и природных поликатионов будет продемонстрирована плодотворность указанного подхода для оценки кооперативности их взаимодействия с ДНК, получения рН-зависимых профилей комплексообразования, изучения конкурентного связывания в трехкомпонентных полиэлектролитных системах, создания полиэлектролитных комплексов ДНК с контролируемой стабильностью в водно-солевых средах [2] и исследования связывания ДНК с катионными мицеллами ПАВ [3]. Особое внимание уделено разработке приемов, позволяющих использовать тот же метод для изучения взаимодействия ДНК с гистонами и основными глобулярными белками, а также комплексов ДНК, пригодных для транспорта физиологически активных соединений.

1. М.В. Жирыкова, В.А. Изумрудов. Преимущества и перспективы флуоресцентного метода исследования полиэлектролитных комплексов ДНК, основанного на конкурентном вытеснении интеркалирующего красителя. // *Высокомолекулярные соединения Сер. А*, 2007, т. 49, № 2, с. 2092-2106.
2. V.A. Izumrudov, M.V. Zhiryakova, N.I. Akritskaya. Fluorescence quenching technique for study of DNA-containing polyelectrolyte complexes. In: *Advanced Macromolecular and Supramolecular Materials and Processes*, ed. K. Geckeler, Kluwer academic/plenum publishers, 2003, pp. 277-289.
3. V.A. Izumrudov, M.V. Zhiryakova, A.A. Goulko. Ethidium Bromide as a Promising Probe for Studying DNA Interaction with Cationic Amphiphiles and Stability of the Resulting Complexes. // *Langmuir*, 2002, vol.18, No. 26, pp. 10348-10356.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ДНК С КАТИОННЫМИ И АНИОННЫМИ НАНОЧАСТИЦАМИ

Зинченко А.

Университет г. Нагоя, Япония

В клетке макромолекулы ДНК находятся в постоянном взаимодействии с разными биологическими объектами, имеющими нанометровые размеры. Например, чтобы обеспечить упаковку ДНК, положительно заряженные белки гистоны связываются с ДНК и обеспечивают многоступенчатую самосборку в компактный комплекс. С другой стороны, в клетке присутствуют и отрицательно-заряженные белки, такие как актин, тубулин, и РНК, высокая концентрация которых также является критическим параметром для функционирования ДНК во многих биохимических процессах. Ввиду сложности устройства живой клетки для понимания поведения ДНК в ней представляется важным изучить взаимодействие на модельных системах, состоящих из ДНК и наночастиц, моделирующих белки.

В первой части доклада будет рассмотрено взаимодействие макромолекул ДНК с противоположно заряженными катионными наночастицами, представляющими собой модель гистонов, и как это взаимодействие влияет на конформацию ДНК и доступность её для транскрипции РНК. [1-3] Во второй части доклада будет показано, что высокие концентрации анионных наночастиц в растворе так же вызывают коллапс ДНК за счёт эффекта исключённого объёма, что может приводить к частичной денатурации двойной спирали ДНК.

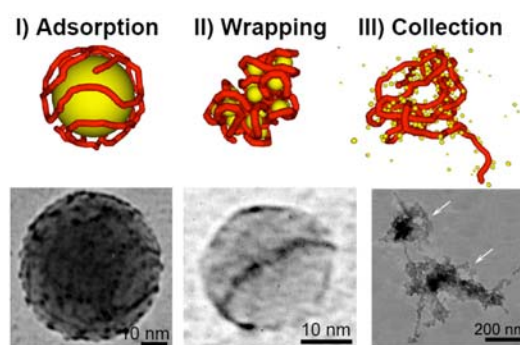


Рис. 1. Механизмы взаимодействия ДНК с наночастицами разных размеров: компьютерные модели комплексов и соответствующие им фотографии просвечивающей электронной микроскопии

1. Zinchenko A. A., Sakaue T., Araki S., Yoshikawa K., Baigl D., *J. Phys. Chem. B.* 2007, 111, 3019-3031
2. Zinchenko A. A., Luckel F., Yoshikawa K., *Biophys. J.* 2007, 92, 1318-1325
3. Zinchenko A. A., Yoshikawa K., Baigl D., *Phys. Rev. Lett.* 2005, 95(22), 228101/1-228101/4.

ОБРАЗОВАНИЕ СМЕШАННОЙ СЕТКИ В СИСТЕМЕ ПОЛИАКРИЛОНИТРИЛ/ДИМЕТИЛСУЛЬФОКСИД/УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ: РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Артемов М.В., Беркович А.К., Карпушкин Е.А., Сергеев В.Г.

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Химический факультет;
e-mail: eukarr@gmail.com*

Растворы полиакрилонитрила (ПАН) в диметилсульфоксиде (ДМСО) применяются в качестве прядильных растворов для получения полиакрилонитрильного волокна, широко используемого в промышленности, в том числе для производства высокопрочного углеволокна. В ряде случаев введение углеродных нанотрубок (УНТ) в прядильный раствор позволяет существенно улучшить свойства конечного продукта, волокна. При введении УНТ в прядильный раствор его вязкость увеличивается, что повышает затраты на производство волокна, а в некоторых случаях делает прядение невозможным. В данной работе с целью оценки диапазона допустимых составов прядильных растворов методом ротационной реометрии были изучены механические свойства систем ПАН/ДМСО/УНТ.

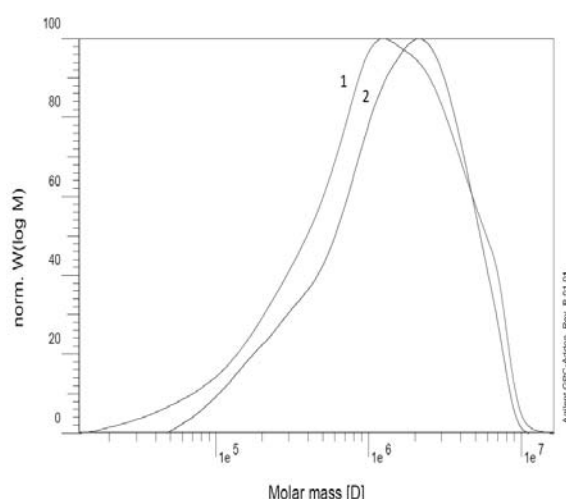
Было показано, что добавление УНТ к раствору ПАН в ДМСО увеличивает наибольшую ньютоновскую вязкость системы, причем при переходе через сравнительно невысокую концентрацию УНТ, 0.1 об.%, вязкость растет скачкообразно, что, вероятно, связано с образованием трехмерной сетки, пронизывающей весь образец (образование органогеля). При постоянной концентрации УНТ (выше 0.1 об.%) зависимость вязкости от концентрации ПАН качественно аналогична: наблюдается скачкообразное увеличение вязкости выше определенной концентрации ПАН. Совокупность полученных результатов показывает, что для образования трехмерной сетки происходит лишь в присутствии и УНТ, и ПАН в достаточно высокой концентрации, что свидетельствует об образовании смешанной сетки с участием обоих компонентов. По всей видимости, узлы такой сетки образованы физическими контактами между ПАН и УНТ. Измерения, выполненные при нагревании и охлаждении смесей, показали, что образующаяся сетка термообратима (разрушается при температуре выше 55-65 °С). Кроме того, сетку можно разрушить приложением достаточно высокого напряжения сдвига. Таким образом, независимо от высокой вязкости при комнатной температуре, при повышенной температуре все изученные дисперсии могут быть экструдированы.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСТВОРОВ ПОЛИИЗОПРЕНА В ТУРБУЛЕНТНОМ РЕЖИМЕ ТЕЧЕНИЯ

Носикова Ю.Р., Манжай В.Н., Абдусаламов А.В.

Институт химии нефти СО РАН, 634021, г. Томск, пр. Академический, 4; tang@ipc.tsc.ru

Эффект Томса широко применяется в энергосберегающих технологиях транспорта нефти и нефтепродуктов для увеличения пропускной способности трубопроводов. Но этот эффект можно использовать и в лабораторных условиях для тестирования потенциальных агентов снижения гидродинамического сопротивления. Турбореометрическими измерениями установили, что натуральный каучук (SVR-3L) является более эффективным антитурбулентным агентом, чем синтетический полиизопрен (SKI-3S). Методом гель-проникающей хроматографии (ГПХ) на приборе Agilent 1200 определили, что молярная



масса образца SVR-3L (рисунок, кривая 2) составляет $M = 2,04 \cdot 10^6$ г/моль и она больше $M = 1,51 \cdot 10^6$ г/моль, характерной для образца SKI-3S (рисунок, кривая 1).

Известно, что антитурбулентная эффективность полимерных добавок зависит не только от их молекулярных масс, но и от химической природы растворителя. Гидродинамическими методами определили молекулярные характеристики (характеристическую вязкость

растворов - $[\eta]$, объёмы макромолекулярных клубков - V_k и их молярную массу - M) образца натурального каучука SVR-3L в различных растворителях (таблица).

Таблица. Физико-химические характеристики образца натурального каучука SVR-3L в различных растворителях

Растворитель	$[\eta]$, м ³ /кг	$V_k \cdot 10^{21}$, м ³	$M \cdot 10^{-6}$, г/моль
Гептан	0,31	1,1	2,13
Толуол	0,42	1,5	2,14
Циклогексан	0,49	1,7	2,08

Установили, что с улучшением термодинамического качества растворителя размеры клубков растут, а определенные молярные массы образца в разных растворителях имеют значение, близкое к $M = 2,04 \cdot 10^6$, найденное с помощью ГПХ.

О ФОРМИРОВАНИИ ИНТЕРПОЛИМЕРНЫХ КОМПЛЕКСОВ И ГИДРОФИЛЬНЫХ АССОЦИАТОВ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ С УЧАСТИЕМ НЕИОННЫХ ПОЛИМЕРОВ И ПОЛИКАРБОНОВЫХ КИСЛОТАМИ

Мун Г.А.

*Казахский национальный университет им. аль-Фараби, 71, пр. аль-Фараби, 050038,
Алматы, Казахстан, e-mail: mungrig@yandex.ru*

Представлены результаты исследования интерполимерных реакций в водных растворах с участием неионных полимеров и поликарбонновых кислот. С использованием критической величины рН комплексообразования исследовано влияние различных факторов (концентрации, гидрофобных взаимодействий, молекулярной массы полимеров, ионной силы и т.д.) на способность системы неионный полимер – поликарбонновая кислота к формирования интерполимерного комплекса (ИПК), стабилизированного водородными связями. Методами люминесцентной спектроскопии, турбидиметрии и динамического светорассеяния установлено существование двух типов критических рН комплексообразования ($pH_{крит.1}$ и $pH_{крит.2}$), определяющих конформационное состояние комплементарных макромолекул в процессе межмакромолекулярного взаимодействия. Показана возможность взаимных переходов "ИПК компактной структуры – межмакромолекулярный гидрофильный ассоциат – невзаимодействующие макромолекулы" при изменении рН среды, а также концентрации полимерных компонентов.

Систематически исследовано влияние ионной силы на комплексообразующую способность неионных полимеров по отношению к полиакриловой кислоте (ПАК). Показано, что все взаимодействующие системы неионный полимер-ПАК можно разделить на 2 группы: сильнокомплексующие и слабокомплексующие. Для первой группы повышение ионной силы сопровождается сдвигом критических значений рН в область больших значений, для второй – присутствие низкомолекулярной соли в растворе приводит к снижению $pH_{крит.1}$ и $pH_{крит.2}$. Изучено влияние ПАК на температуру фазового перехода термочувствительных полимеров, обладающих нижней критической температурой растворения (НКТР) в воде. Показано, что НКТР таких полимеров в присутствии ПАК может как снижаться, так и повышаться, в зависимости от рН среды водного раствора, что обусловлено формированием гидрофобных ИПК, либо гидрофильных межмакромолекулярных ассоциатов.

ВОЗМОЖНОСТИ МЕТОДОВ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ГИДРОДИНАМИКИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ СИСТЕМ

Павлов Г.М.

Институт высокомолекулярных соединений Российской академии наук,

Большой пр., 31, 199004 Санкт-Петербург

*Физический факультет Санкт-Петербургского государственного университета,
Ульяновская ул., 1, 198504 Санкт-Петербург*

georges.pavlov@pobox.spbgu.ru

Методы молекулярной гидродинамики являются базовыми при исследовании полимерных, нано-, супрамолекулярных систем. Достоверная информация о молекулярной организации различных (макро)молекулярных систем может быть получена, используя комплекс методов, включающий в себя вискозиметрию разбавленных растворов, седиментационный анализ, изучение поступательной диффузии и некоторые другие [1]. В докладе будет изложено современное состояние исследований в этой области знаний. На примере изучения супрамолекулярных систем разного строения, наночастиц, гребнеобразных молекулярных звезд, дендримеров, а также полиэлектролитов в широкой области ионных сил продемонстрированы возможности методов молекулярной гидродинамики для получения молекулярных, конформационных характеристик и оценки размеров изучаемых систем [1-3]. Показано, что систематизация гидродинамических характеристик, таких как характеристическая вязкость и/или коэффициент поступательного трения, позволяет получить спектр линейных полимеров по размерам макромолекул в растворах для всего множества линейных структур [4]. В то же время, разветвленные макромолекулярные структуры, независимо от их топологии, вместе с линейными макромолекулами систематизируются в зависимости от средней плотности индивидуальных молекул в растворе.

[1] Pavlov G.M., Perevyazko I., Okatova O.V., Schubert U.S. *Methods* **2011**, 54, 124-135

[2] Schlütter F., Pavlov G.M., Gohy J.-F., Wild A., Winter A., Hager M.D., Hoenpener S., Schubert U.S. *J. Polym. Sci.: Polym. Chem.* **2011**, 49, 1396-1408

[3] Pavlov G.M., Breul A.M., Hager M.D., Schubert U.S. *Macromol. Chem. Phys.* **2012**, 213, 904-916

[4] Pavlov G. M. Hydrodynamic of Macromolecules: Conformation Zoning of General Macromolecules. In *Encyclopedia of Biophysics*. Ed. by G.C.K. Roberts **2013**, Springer Berlin Heidelberg. P. 1014-1024

ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ПРОВОДИМОСТЬ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ПОЛИДИАЛЛИЛАММОНИЕВЫХ ПОЛИМЕРОВ

Тимофеева Л.М.¹, Лилеев А.С.², Клещева Н.А.¹, Балакаева И.В.², Лященко А.К.²

¹ *Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН*

Москва, Ленинский пр., 29; E-mail: timofeeva@ips.ac.ru

² *Институт общей неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН*

Москва, Ленинский пр., 31

Диэлектрические свойства растворов полиэлектролитов (ПЭ) изучены мало, немногочисленные исследования относятся к области низких частот, характеризующих релаксацию ионных ассоциатов. Растворы ПЭ с некватернизированной структурой амина ранее не изучались. Вместе с тем, наличие в звеньях полимеров $\text{NH}_3^+/\text{NH}_2^+/\text{NRH}^+$ групп, способных к образованию водородных связей, может придать ПЭ новые свойства. Так, как показывают наблюдения за синтезированными нами недавно вторичными и третичными поли(диаллиламмониевыми) полимерами (ПДАА) [*Высокомолек.соед.* 2005], они проявляют, в отличие от кватернизованных представителей ряда, очень высокую антимикробную активность [*Biomacromolecules* 2009]. Для понимания механизмов биологического действия ПДАА и их оптимального применения необходима информация о гидратации и особенностях ионного транспорта растворов.

В представленной работе впервые изучены с помощью методов СВЧ диэлектрической спектроскопии (ДС) и низкочастотной электропроводности (НЭ) диэлектрические свойства, структура и проводимость водных растворов синтезированных трифторацетатов ПДАА, а также известного кватернизованного полимера поли(диаллилдиметиламмоний хлорид) в широком диапазоне концентраций, включая сильно разбавленные растворы, в интервале температур. Полученные данные и сравнение с результатами аналогичных исследований исходных синтезированных мономеров диаллиламмониевого ряда [*J.Mol.Liquids* 2007; *Высокомолек. соед.* 2008; *Ж.неорг.химии* 2013] позволили проследить изменения диэлектрических параметров – диэл. константы, времени, энтальпии и энтропии активации диэл. релаксации – в ряду водных растворов ПЭ с разной степенью замещения на атоме N и различными противоионами, при переходе от растворов мономеров к ПЭ, а также установить тип гидратации исследованных ПЭ. Кроме того, получить информацию о концентрационных зависимостях эквивалентной электропроводности, оценить предельные подвижности ионов, макроионов и противоионов и выявить особенности ионного транспорта в этих растворах.

ДЕНДРОННЫЕ ЩЁТКИ

Бирштейн Т.М.^{1,2}, Полоцкий А.А.¹, Рудь О.В.¹, Борисов О.В.^{1,3}, Жулина Е.Б.¹

¹ *Институт высокомолекулярных соединений Российской академии наук,
199004 Санкт-Петербург, Большой пр. В.О., д. 31.*

² *Санкт-Петербургский государственный университет, физический факультет,
198504 Санкт-Петербург, Петродворец, ул. Ульяновская, д.1*

³ *Institut Pluridisciplinaire de Recherche sur l'Environnement et les Matériaux,
F-64053 Pau Cedex, France.*

birshstein@imc.macro.ru

Проведено теоретическое исследование структуры щёток, образованных дендронами, привитыми к непроницаемой поверхности. Использовались методы скейлинга, построения аналитической среднеполевой теории и моделирования численным методом самосогласованного поля, дополненного методом "пробной частицы". Показано, что основным мотивом структуры плоских дендронных щёток являются:

- широкое распределение степени растяжения между привитыми дендронами,
- разделение дендронов на популяции с различной степенью растяжения,
- мультислойная структура щётки с максимально возможным числом слоёв $g + 1$, где g - число генераций дендрона
- практическое отсутствие конформаций дендронов с сильным поворотом части лучей назад ("backfolding"),
- корреляция деформаций всех спейсеров внутри каждого дендрона.

В сферических дендронных щётках растяжение дендронов меньше, чем в плоских, поэтому указанные эффекты выражены в меньшей степени.

Результаты, полученные для цилиндрических дендронизованных щёток предсказывают возможность создания дендронизованных макромолекул (молекулярных щёток) с сильно вытянутыми сегментами.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 11-03-00969а).

МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ЩЕТКИ С ВЕТВЯМИ РАЗЛИЧНОЙ ТОПОЛОГИИ. КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Даринский А.А., Михайлов И.В.

ИВС РАН, Большой пр.31, Санкт-Петербург, 199004

Представлены результаты компьютерного моделирования молекулярных щеток на основе «крупнозернистой» модели. Варьировалась топология боковых ветвей : от линейной цепи до дендримера, при сохранении полной молекулярной массы боковых цепей и плотности прививки. Наведенная персистентная длина l_{ind} щетки определялась двумя способами : с помощью модели Кратки-Порода и с помощью корреляционной функции для взаимных ориентаций мономеров основной цепи. Показано, что l_{ind} щетки в хорошем растворителе не зависит от топологии боковых ветвей, что находится в соответствии с предсказаниями теории среднего поля для таких щеток [1]. Исключение составляют дендронные щетки, где персистентная длина несколько выше. Дана интерпретация причин этого отклонения от теории. Рассчитанная зависимость степени вытяжки боковых цепей от степени разветвленности также согласуется с предсказаниями теории. Работа поддержана грантом РФФИ 13-03-00524 и программой ОХНМ-3 РАН

I.O. V. Borisov, E. B. Zhulina and T. M. Birshtein. ACS Macro Lett. 2012, 1,1166–1169

ПОЛИМОРФИЗМ В КРИСТАЛЛАХ ПОЛИМЕРОВ И ОЛИГОМЕРОВ

**Зубова Е.А., Балабаев Н.К.*, Мусиенко А.И., Гусарова Е.Б., Мазо М.А., Маневич Л.И.,
акад. Берлин А.А.**

ИХФ РАН, 119991, Москва, ул. Косыгина, 4; zubova@center.chph.ras.ru

**ИМПБ РАН, 142290, Московская область, Пущино*

В докладе проведено сопоставление двух фазовых переходов, наблюдающихся при нагревании кристалла простейшего полимера, полиэтилена [1], и соответствующих олигомеров, нечетных парафинов [2]. В этом случае метод молекулярной динамики позволяет проследить изменения в структуре кристаллов в реальном времени. Визуализация состояния цепей дает возможность определить молекулярные механизмы этих переходов и понять различия в предплавлении между полимерами и олигомерами: ответить на вопрос, почему моноклинная (М) и столбчатая (С; квази-гексагональная) фазы в полиэтилене появляются вместо ротационных фаз RI и RII парафинов.

При нагревании орторомбической фазы кристаллические решетки кристаллов ПЭ и парафинов расширяются одинаково. Короткие цепи парафинов быстро реагируют на соответствующее изменение межмолекулярного потенциала, и в них последовательно появляются ротационные фазы RI и RII. Длинные цепи ПЭ не могут вращаться так же легко и целиком, как цепи парафинов. И хотя в объеме кристалла ПЭ фазы, подобные ротационным фазам RI и RII, начинают формироваться, но, поскольку повороты цепей могут происходить и происходят только локально, различно ориентированные части каждой длинной цепи должны быть разделены структурными дефектами, поворотами цепи на 90 или 60 градусов.

В первом переходе их энергия слишком высока, и основным состоянием кристалла оказывается не фаза RI, а М, полностью упорядоченная, фаза, все цепи в которой одинаково ориентированы и на них нет структурных дефектов. Во втором переходе, при более высокой температуре и меньшей энергии межцепных взаимодействий, выигрыш в энтропии становится более важным для минимизации свободной энергии. Возможность вращения для длинных цепей, увеличивающая энтропию, может быть реализована только за счет формирования ориентированного (С) расплава вместо ротационной фазы парафинов RII.

[1] E.A.Zubova, N.K.Balabaev, A.I.Musienko, E.B.Gusarova, M.A.Mazo, L.I.Manevitch, A.A.Berlin. *Journal of Chemical Physics*, 136(22):224906, 2012

[2] N.Wentzel and S.T.Milner. *Journal of Chemical Physics*, 134(22):224504, 2011.

ВЛИЯНИЕ НЕМАТИЧЕСКОГО УПОРЯДОЧЕНИЯ НА КОНФОРМАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ЖЕСТКОЦЕПНЫХ ПОЛИМЕРОВ В ТОНКОМ ПЛОСКОМ СЛОЕ: КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Иванов В.А., Родионова А.С., Мартемьянова Ю.А.

*119991, ГСП-1, Москва, Ленинские Горы, МГУ им. М.В. Ломоносова, физический факультет
e-mail: ivanov@polly.phys.msu.ru*

С помощью компьютерного моделирования методом Монте-Карло в большом каноническом ансамбле с использованием решеточной модели цепи с флуктуирующей длиной векторов связи исследованы атермические растворы жесткоцепных полимеров различной концентрации (от разбавленных до концентрированных) в тонком слое между двумя жесткими плоскими поверхностями.

Ранее нами была построена фазовая диаграмма для такой системы в переменных «плотность – толщина слоя», на которой присутствует квази-непрерывный двумерный переход порядок-беспорядок в приповерхностных слоях при относительно небольших концентрациях и (для достаточно толстых пленок) нематический фазовый переход первого рода, который пропадает при уменьшении толщины слоя ниже некоторого критического значения. В "полубесконечной" системе (т.е. в макроскопически толстых пленках) нематический порядок начинает образовываться вблизи стенок слоя (поверхностно-индуцированное упорядочение). В настоящей работе мы основное внимание уделяем исследованию взаимовлияния конформационной статистики полужестких цепей и явления ориентационного нематического упорядочения. В частности, мы изучили, как персистентная длина и расстояние между концами цепи зависят от локального и глобального ориентационного порядка в системе. Показано, что существует сильная связь между одноцепочечными свойствами и дальним ориентационным порядком. Соотношение между среднеквадратичным расстоянием между концами короткой полужесткой цепи и ее персистентной длиной, предсказываемое моделью Кратки-Порода, оказывается применимым (в пределах 10% ошибок) только в предельно разбавленном растворе, в то время как оно нарушается при появлении нематического ближнего или дальнего порядка.

Данная работа осуществлена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проекты № 09-03-91339-ННИО_а и 12-03-91334-ННИО_а) и Немецкого научно-исследовательского общества (проект 436 RUS 113/791). Соавторами данной работы являются М.Р.Стукан, М.Мюллер, В.Пауль, К.Биндер.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ САМОСБОРКИ СОПОЛИМЕРОВ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ IN SITU

Березкин А.В.¹, Кудрявцев Я.В.²

¹ *Max-Planck Institut für Eisenforschung GmbH, Max-Planck str. 1, 40237 Düsseldorf, Germany*

² *ИНХС РАН, Ленинский проспект 29, 119991 Москва yar@ips.ac.ru*

Несмотря на широкое использование макромолекулярных реакций для получения полимерных композитов, реакционная компатибилизация изучена недостаточно из-за гетерогенности систем, содержащих несовместимые полимерные компоненты.

В докладе представлены результаты компьютерного моделирования реакций образования блок-сополимеров путем сшивания концевых групп гомополимеров [1, 2] и прививки концевой группы одного гомополимера на основную цепь другого [2] в расплаве. Метод диссипативной динамики частиц позволяет проследить за кинетикой реакции и эволюцией морфологии смеси, начиная со свободной границы между исходными несовместимыми гомополимерами вплоть до образования равновесных микроструктур. Исследован механизм возникновения и развития неустойчивости межфазной поверхности за счет ее насыщения образующимся сополимером [1]. Обсуждается влияние состава и архитектуры сополимера [2], полидисперсности исходных гомополимеров [3], морфологии исходной смеси [4] и концентрации реакционноспособных групп [5].

Для сополимеров состава, близкого к эквимольному, неустойчивость приводит к экспоненциальной кинетике реакции в ходе формирования ламеллярной структуры. Асимметричные сополимеры образуют мицеллярные микрофазы при линейной или даже более медленной кинетике. При равной концентрации реагентов реакция прививки протекает медленнее сшивания, поскольку привитые сополимеры образуют на межфазной поверхности более плотные щетки, чем линейные диблоки. В обоих случаях в ходе реакции образуются долгоживущие неравновесные микроструктуры, форма и размер доменов которых зависят от расстояния до исходной межфазной поверхности. Сферическая морфология исходной смеси гомополимеров в ходе реакции может эволюционировать в разнообразные мицеллярные структуры, характерные для растворов амфифильных сополимеров.

Авторы признательны РФФИ (проект 12-03-00817а) за финансовую поддержку и МГУ им. М.В. Ломоносова за возможность использовать вычислительный кластер «Чебышев».

1. Berezkin A.V., Kudryavtsev Y.V. // *Macromolecules*. 2011. V. 44. № 1. P. 112.
2. Berezkin A.V., Guseva D.V., Kudryavtsev Y.V. // *Macromolecules*. 2012. V. 45. № 21. P. 8910.
3. Guseva D.V., Kudryavtsev Y.V., Berezkin A.V. // *J. Chem. Phys.* 2011. V. 135. № 20. P. 204904.
4. Berezkin A.V., Kudryavtsev Y.V. // *Macromolecules*. 2013. V. 46. № 12. P. 5080.
5. Berezkin A.V., Kudryavtsev Y.V. // *J. Chem. Phys.* 2013. V. 137, in press.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ ПОЛИМЕРОВ

Люлин С.В., Ларин С.В., Назарычев В.М., Фалькович С.Г.

Институт высокомолекулярных соединений Российской академии наук,

199004, г. Санкт-Петербург, Большой пр. В.О., д. 31

s.v.lyulin@gmail.com

Моделирование функциональных гетероциклических полимеров - эффективный метод предсказания свойств новых материалов, предваряющий их дорогостоящий синтез. В данной работе определена методика создания начальной конфигурации, получения равновесного образца и моделирования термопластичных полиимидов методом молекулярной динамики с использованием полноатомных моделей для исследования блочных образцов полиимидов Р-СОД, Р-ОДФО и Р-ООД, синтезированных в ИВС РАН, и коммерчески доступных полиимидов Ultem и Etem. Для расчета температуры стеклования установлена необходимость варьирования скорости охлаждения полиимидов в пределах не менее четырех порядков. Для качественного воспроизведения имеющихся экспериментальных данных показана важность моделирования температурной зависимости плотности исследуемых образцов, начиная с температур, не менее чем на 200 градусов превышающих экспериментальное значение температуры стеклования. Для подтверждения правильности модели, методики моделирования и способа параметризации электростатических взаимодействий предложено использовать расчет коэффициента теплового объемного расширения при температурах ниже температуры стеклования. Установлено, что значение этого коэффициента в указанной области практически не зависит от скорости охлаждения исследуемых образцов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (Соглашения № 8023 и 8645) и РФФИ (гранты № 11-03-00944 и 13-03-00547). Компьютерное моделирование проведено с использованием ресурсов компьютерного кластера ИВС РАН и суперкомпьютеров СКИФ МГУ «Чебышев» и «Ломоносов».

ФОРМИРОВАНИЕ ПОЛОСТИ В КАРБОСИЛАНОВОМ ДЕНДРИМЕРЕ С КОНЦЕВЫМИ МЕЗОГЕННЫМИ ГРУППАМИ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН ЕЕ ОБРАЗОВАНИЯ: ТЕОРИЯ, КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЭКСПЕРИМЕНТ

**Маркелов Д.А.^{1,2}, Матвеев В.В.¹, Мазо М.А.³, Балабаев Н.К.⁴, Готлиб Ю.Я.²,
Полоцкий А.А.², Бирштейн Т.М.^{1,2}**

¹ Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

² Институт высокомолекулярных соединений, Санкт-Петербург, Россия

³ Институт химической физики им. Н.Н. Семенова РАН, Москва, Россия

⁴ Институт математических проблем биологии РАН, Пущино, Россия

Проведено комплексное исследование структуры карбосиланового дендримера (КД) четвертой генерации ($G=4$) с концевыми цианобифенильными группами в сильно разбавленном растворе хлороформа в интервале температур 213 К – 323 К. Для исследования данной системы были использованы: (1) данные эксперимента ЯМР, (2) молекулярно-динамическое моделирование с использованием полноатомной модели дендримера, (3) численные расчеты методом самосогласованного поля Схойтенса-Флира с использованием упрощенной модели дендримера, позволяющий определить основные факторы, влияющие на поведение системы.

На основе сопоставления данных ЯМР [1] и результатов компьютерного моделирования [2] было установлено, что при высоких значениях температуры плотность сегментов внутри дендримера практически постоянна во всем объеме макромолекулы. При понижении температуры внутри дендримера образуется полость, которая заполняется молекулами растворителя. При этом размер дендримера практически не меняется.

При сопоставлении данных моделирования и результатов, полученных методом самосогласованного поля, установлено, что основным фактором, влияющим на образования полости, является сегрегация концевых и внутренних сегментов дендримера, которая усиливается при понижении температуры.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (№ 12-03-33155 и № 11-03-009695).

[1] D.A. Markelov, V.V. Matveev, P. Ingman, M.N. Nikolaeva, E. Lahderanta, V.A. Shevelev, N.I. Boiko // J. Phys. Chem. B. **2010**, V. 114. P. 4159. [2] Д. А. Маркелов, М. А. Мазо, Н. К. Балабаев, Ю. Я. Готлиб // Высокомол. соед. Сер. А, **2013**, т. 55 № 1, с. 53.

ВЫТЯЖЕНИЕ ПУЧКА САМО- И ВЗАИМОИЗБЕГАЮЩИХ ТРАЕКТОРИЙ НА ДВУМЕРНОЙ РЕШЕТКЕ

Нечаев С.

ФИАН, Москва,

LPTMS, Orsay

С помощью теоремы Кирхгоффа исследовано критическое поведение корреляционной функции k беспетлевых (loop-erased) само- и взаимоизбегающих случайных путей на квадратной решетке. Данные пути являются кратчайшими траекториями на ансамбле “покрывающих деревьев” (spanning trees). Показано, что накладывая внешнее вытягивающее поле, мы можем менять класс универсальности рассматриваемых траекторий, превращая их в “направленные полимеры” (directed polymers). Без внешнего поля критические свойства рассматриваемой системы описываются логарифмической конформной теорией с центральным зарядом $c = -2$. При наложении поля теория теряет конформность, но преобразуется в стандартную модель гауссовых случайных матриц.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О МЕХАНИЗМАХ ПЛАСТИЧНОСТИ НЕУПОРЯДОЧЕННЫХ ТВЕРДЫХ ТЕЛ: ОБЗОР НОВЕЙШИХ РЕЗУЛЬТАТОВ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Олейник Э.Ф., Мазо М.А., Стрельников И.А., Балабаев Н.К.

Федеральное научное бюджетное учреждение Институт химической физики им.

Н.Н.Семенова Российской академии наук, 119991 Москва, ул. Косыгина, 4; efoleinik@gmail.com

Интерес к изменениям структуры неупорядоченных твердых тел при действии на них внешнего механического напряжения привлекает в последние годы широкий интерес ученых. Ведущие научные журналы мира почти ежемесячно публикуют статьи по этому вопросу. Этот интерес несомненно обусловлен существенным отличием механизмов атомных/молекулярных перегруппировок в неупорядоченных системах по сравнению с перестройкам в кристаллах. В последние годы компьютерное моделирование неупорядоченных систем на атомном и нано- уровнях дало впечатляющие результаты. Одним из наиболее интересных и значимых из них оказалось подобие элементарных пластических перегруппировок во всех неупорядоченных твердых телах, несмотря на существенные отличия их химической природы и типов потенциалов межатомного взаимодействия. Общность картины структурного отклика таких систем на приложенную силу оказалось справедливой для широкого круга твердых тел, металлических, органических полимерных, молекулярных, оксидных и ковалентных стекол, а также гелей, пен и сыпучих систем. Моделирование показало, что во всех этих системах внешняя сила приводит к образованию структур типа локальных сдвиговых трансформаций (СТ). Конечно СТ в разных системах несут в себе разную энергию и имеют разные геометрические размеры, однако механизм их возникновения и структурные черты являются общими. Эта общность связана с топологической и динамической гетерогенностью расположения и движений атомов в них. Одной из важных задач современного моделирования является количественное описание такой связи. Моделирование позволило визуализировать СТ, количественно описать механизм их возникновения. Пластическое течение в неупорядоченных твердых телах рассматриваются сегодня как последовательное зарождение СТ, рост их концентрации и последующей рекомбинации. Показано, что процессы релаксации и физического отжига в стеклах связаны с уменьшением/увеличением концентрации “фертильных” мест, малых областей структуры, где квадруполи способны зарождаться. Проведено сравнение материалов различных типов по их способности к возникновению СТ. Первоочередное внимание уделено зарождению и структуре СТ в полимерных материалах.

ИССЛЕДОВАНИЕ АНИЗОТРОПИИ ОРИЕНТАЦИОННОГО УПОРЯДОЧЕНИЯ СВЯЗЕЙ ЦЕПЕЙ ЛИПИДНЫХ МОЛЕКУЛ В БИСЛОЯХ (МЕТОД МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ)

Рабинович А.Л.¹, Lyubartsev A.P.²

¹ФГБУН Институт биологии Карельского научного центра РАН,
185910, г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, д.11. E-mail: rabinov@krc.karelia.ru

²Stockholm University, Svante Arrhenius väg 16C, Stockholm, Sweden, SE-10691

Исследования различных самоорганизующихся систем очень актуальны, поскольку расширяют и углубляют знания о фундаментальных законах природы и позволяют использовать принцип самоорганизации в разных приложениях. Значительный прогресс наблюдается в теоретических методах исследования подобных систем, - в частности, в компьютерном моделировании [Rabinovich A.L., Lyubartsev A.P. // Высокомолекулярные соединения. Сер.С. 2013. Т. 55. № 7. С.971-989; Polymer Science. Ser.C. 2013. V. 55. No. 1. P. 162–180].

В настоящей работе методом молекулярной динамики моделировали гомогенные гидратированные бислои, образованные липидными молекулами разного строения. В каждой из двух цепей липидов содержалось от 16 до 22 атомов углерода и от 0 до 6 двойных связей цис. Моделирование осуществлено в полноатомном приближении при T=303 К, P = 1 атм, длина траекторий 100 нс. Рассчитана большая совокупность характеристик бислоев, в том числе профили параметров порядка связей С-С и С-Н относительно нормали к поверхности бислоев. Особое внимание уделено изучению анизотропии ориентационного упорядочения связей. Вычислены плотности вероятности распределения по ориентациям связей.

Показано, что в каждой цепи определенного строения сосуществуют своеобразные зоны с разным характером ориентационного упорядочения. Так, в полиеновых цепях связи вблизи групп CH_2 , расположенных между двумя двойными связями, характеризуются квази-изотропным упорядочением, а связи во фрагментах с двойными связями – анизотропным; обе зоны сосуществуют на протяженном участке цепей. Полученные данные расширяют сведения о взаимосвязях между химическим строением, физическими свойствами и молекулярными механизмами функционирования липидов в мембранных системах.

Работа выполнена при поддержке гранта НШ-1642.2012.4 Президента РФ для ведущих научных школ, 7-й рамочной программы (FP7) Евросоюза (проект 310465).

АНОМАЛЬНАЯ ДИНАМИКА НЕЗАЦЕПЛЕННЫХ ЛИНЕЙНЫХ ПОЛИМЕРОВ В РАСПЛАВАХ

Фараго Ж., Мейер Х., Семенов А.Н.

Институт им. Шарля Садрона, Страсбург, Франция; semenov@unistra.fr

Полимерная динамика в расплавах обычно описывается в рамках теории Рауза. Однако, в последнее время становится все более ясно, что эта классическая модель не улавливает многих особенностей динамического поведения даже таких простейших систем как расплавы и концентрированные растворы незацепленных линейных макромолекул. Накоплен богатый материал (как экспериментальный, так и полученный численным моделированием) указывающий на значительные отклонения от предсказаний теории Рауза. В частности, было показано, что движение центра масс полимерной цепи подчиняется аномальному закону диффузии на временах, меньших, чем максимальное время релаксации: среднеквадратичное смещение центра масс $h(t)$ растет как t^z с индексом z значительно меньшим, чем 1 (в то время как модель Рауза предсказывает $h(t) \sim t$). Широко известный эффект корреляционной дыры сам по себе не дает удовлетворительного объяснения такой аномальной диффузии. В докладе представлена теория этого явления указывающая на важную роль гидродинамических взаимодействий на промежуточных временных масштабах. Показано, что даже в расплавах динамика полимерных цепей характеризуется дальнодействующими вязкоупругими гидродинамическими взаимодействиями, величина которых растет на малых временах как $1/t^{0.5}$. Рассмотрены обобщения теории на случай Ланжевеновой динамики, а также динамики полимеров в очень тонких слоях.

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ТЕОРИИ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОФОРМОВАНИЯ ВОЛОКОН ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ РАСТВОРОВ

Субботин А.В.

Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева

Российской академии наук

119991 Москва, Ленинский пр., 29, subbotin@ips.ac.ru

Полимерные нановолокна обладают большой удельной поверхностью, что позволяет использовать их в качестве фильтровальных материалов, мембран, сорбентов, подложек для катализаторов, матриц для иммобилизации лекарственных средств. В настоящее время нановолокнистые материалы получают методом электроформования, при котором образование и отверждение очень тонких заряженных струек полимерного раствора происходит в электрическом поле. Поле вызывает деформирование капли формовочного раствора и формирование конуса, из вершины которого исходит тонкая струйка, которая вследствие неустойчивости изгибается и растягивается. Испарение растворителя приводит к отверждению струи, а формирующееся волокно укладываются в виде холстика.

Физика процессов, происходящих при электроформовании из полимерных растворов, может быть описана в рамках уравнений электродинамики и механики сплошных сред, включая реологическое уравнение состояния жидкости. Важными характеристиками, измеряемые в эксперименте, являются величина электрического тока, радиус и форма струи. В работе обсуждается зависимость этих величин от объемного расхода жидкости Q , напряженности электрического поля E , а также от материальных параметров полимерного раствора (вязкость, электропроводность, время релаксации жидкости, поверхностное натяжение и др.). Подход основан на применении аналитических и скейлинговых методов анализа уравнений динамики проводящей полимерной жидкости.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки, Федеральная целевая программа «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы» (Госконтракт №14.513.11.0031).

ФАЗОВОЕ РАССЛОЕНИЕ В РАСТВОРАХ ГИБКИХ ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТОВ, ОБУСЛОВЛЕННОЕ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИМИ КОРРЕЛЯЦИЯМИ. СТРОГАЯ ТЕОРИЯ

Будков Ю.А.¹, Колесников А.Л.², Ноговицын Е.А.², Киселев М.Г.¹

¹*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт
химии растворов им. Г.А. Крестова Российской академии наук,*

²*Ивановский государственный университет*

urabudkov@rambler.ru

В настоящей работе сформулирована модель раствора полиэлектролита, основанная на формализме термодинамической теории возмущений. Макромолекулы описаны в рамках модели гауссовой цепи с исключенным объемом с переменным электрическим зарядом. При построении термодинамической теории возмущений, в качестве базисной системы взята совокупность трех независимых подсистем: макромолекулы полиэлектролита, находящиеся в бесструктурном зарядовом фоне противоионов, противоионы, находящиеся в бесструктурном зарядовом фоне макромолекул и кулоновский газ ионов соли. Вклад в гамильтониан, отвечающий за перекрестные взаимодействия подсистем, рассматривается как возмущение.

В рамках модели получено фазовое расслоение жидкость-жидкость, обусловленное сильными электростатическими корреляциями. Изучено поведение степени ионизации в широкой области изменения концентрации мономеров, включая область фазового расслоения, как в бессолевом растворе, так и при наличии в растворе одновалентной соли. Показано, что макромолекулы в сосуществующих фазах должны иметь различные степени ионизации. Исследованы зависимости критических параметров от качества растворителя и концентрации добавленной соли. Предсказано существование фазового расслоения при нормальных условиях для случая, когда в качестве растворителя берется диметилформамид и его отсутствие в случае водных растворов гибких полиэлектролитов.

ОСОБЕННОСТИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ КОМПОЗИТНОЙ КАПЛИ В УЗКОМ КАНАЛЕ ПРИ ТЕЧЕНИИ СДВИГА. ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Вагнер С.А.,¹ Кравченко И.В.,¹ Патлажан С.А.²

¹*Институт проблем химической физики РАН*

²*Институт химической физики им. Н.Н. Семенова РАН*

vagnerserge@gmail.com

В трехфазных жидких дисперсиях и смесях термодинамически несовместимых полимеров при определенных условиях могут формироваться композитные капли, которые включают в себя два дисперсных компонента – ядро и оболочку. Такие структуры находят разнообразные применения от повышения ударной прочности полимерных композиционных материалов до целевой доставки лекарственных препаратов. В ряде приложений формирование композитных капель происходит в процессе течения в тонких каналах, поперечное сечение которых сопоставимо с размером капель (условие конфайнмента). Это накладывает определенные ограничения на деформационное поведение и структурирование дисперсной фазы. Данное сообщение посвящено численному моделированию динамики двухмерной композитной капли в тонком канале при течении простого сдвига. Все компоненты системы рассматриваются, как несжимаемые ньютоновские жидкости с равными вязкостями и плотностями. Межфазные натяжения на границах раздела принимаются одинаковыми. Целью работы является исследование влияния относительной толщины канала и структуры композитной капли на ее стационарное деформационное состояние.

Система уравнений Навье-Стокса решается на основе метода конечных разностей путем расщепления по физическим переменным. Для расчета положения межфазных границ используется метод функции уровня. Показано, что с увеличением отношения внешнего диаметра капли к ширине канала деформация композитной капли возрастает, в то время как угол ее ориентации в основном зависит от капиллярного числа. При этом начиная с некоторого отношения радиусов ядра и оболочки R начинает проявляться «подпирающий» эффект, при котором внутренняя фаза ограничивает полную деформацию капли настолько, что ее течение в условиях конфайнмента не оказывает существенного влияния на характер зависимости деформации капли от R . Это приводит к немонотонной зависимости стационарной деформации композитной капли от отношения радиусов ядра и оболочки.

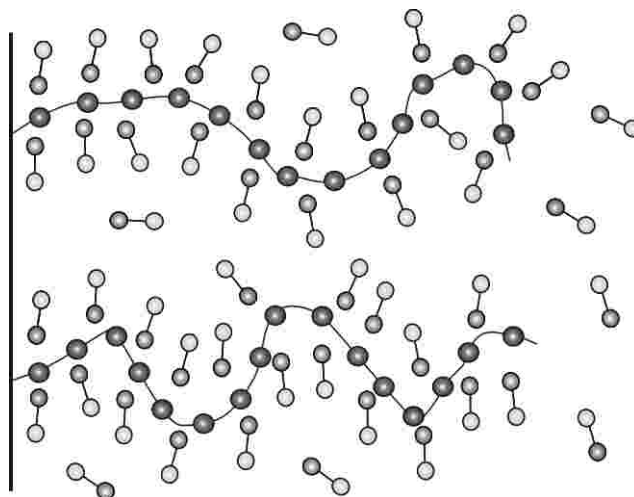
Таким образом, проведенные исследования показали, что толщина канала и структура композитной капли оказывают существенное влияние на ее гидродинамическое поведение при сдвиговом течении.

СТРУКТУРИРОВАНИЕ ПОЛИМЕРНОЙ ЩЕТКИ В АМФИФИЛЬНОМ РАСТВОРИТЕЛЕ

Говорун Е.Н., Ларин Д.Е.

Физический факультет МГУ им. М.В.Ломоносова. E-mail: govorun@polly.phys.msu.ru

В работе теоретически исследуется образование микроструктуры в полимерной щетке на плоской поверхности, находящейся в амфифильном растворителе (см. рис). Предполагается, что щетка может быть неоднородна в направлении вдоль плоскости пришивки, при этом имеются области с постоянной концентрацией мономерных звеньев и области только с растворителем.



Молекула амфифильного растворителя моделируется димером, части которого по-разному взаимодействуют со звеньями полимера. На поверхности раздела областей димерные молекулы растворителя ориентируются преимущественно перпендикулярно поверхности, а поверхностное натяжение уменьшается. Если при этом поверхностная энергия становится отрицательной, образование структурированной щетки может оказаться энергетически более выгодным, чем однородной.

Рассматривается система цилиндров, ось которых перпендикулярна плоскости пришивки, и щетка с цилиндрическими порами, заполненными растворителем. Вытяжка полимерных цепей и их взаимодействие с растворителем в цилиндрических областях описываются в рамках модели Александра-де Жена, поверхностная энергия рассчитывается с учетом кривизны поверхности.

Предсказывается возможность микроструктурирования в полимерной щетке. Рассчитаны характеристики структуры в зависимости от параметра, характеризующего степень амфифильности молекул растворителя, от их размера и от усредненной энергии их взаимодействия с мономерными звеньями.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 12-03-00817а.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЖИДКИХ КРИСТАЛЛОВ С ПОВЕРХНОСТЬЮ ПОЛИМЕРОВ

Дадиванян А.К.¹, Чаусов Д.Н.¹, Смирнов А.Г.², Степанов А.А.², Ноа О.В.³,

Чигринов В.Г.⁴, Беляев В.В.¹

¹Московский государственный областной университет, 105005, Москва, ул. Радио, д.10а,

²Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, 220013,
Минск, Белоруссия,

³Московский государственный университет, 119992, Москва, Ленинские горы, 1,

⁴ Гонконгский университет науки и технологии, Гонконг, Китай

dadivank@mail.ru

Методом атом-атом потенциалов определена энергия взаимодействия молекул мезогенов с поверхностью полиэтилена и органосилоксана. Показано, что поверхностная энергия взаимодействия ЖК с полимерами на порядок выше экспериментальных значений азимутальной энергии сцепления и на два порядка выше значений полярной энергии сцепления. Для объяснения этого расхождения было сделано предположение о зависимости энергии сцепления не только от взаимодействия с поверхностью, но и от взаимодействия между молекулами ЖК, расположенными в модели в виде квазислоев. Молекулы мезогенов моделировали стержнями, на которые «нанизаны» виртуальные C' атомы (атомы углерода с присоединенными к ним водородными атомами). Ориентация молекулы задавалась полярными и азимутальными углами θ_i , ϕ_i и θ_j , ϕ_j относительно директоров i -ого и j -ого слоя. Полученные значения полярной и азимутальной энергии сцепления так же, как и их зависимость от параметра порядка оказались близкими к экспериментальным данным.

Установлен тип ориентации нематических ЖК в микропорах в зависимости от энергии сцепления и размеров микропор. Показано, что характер ориентации зависит от энергии сцепления и размеров микропор. Показано, что при значениях энергии сцепления $\geq 10^{-2}$ Дж/м² ориентация ЖК является планарной независимо от размера микропор. При значениях энергии сцепления $< 10^{-2}$ Дж/м² и при радиусе пор 50 нм ориентация является гомеотропной, а с увеличением размеров пор становится наклонной, а потом планарной.

Предложен механизм ориентации ЖК относительно поверхности микропор.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ #12-07-90006_Бел-а, 12-07-31172_мол_а, грантов Президента РФ НШ-1495.2012.8 и #МК-1969.2012.9.

СТРУКТУРНЫЙ МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ УЛЬТРАТОНКИХ ЭПОКСИДНЫХ СЕТОК НА ПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ ВОДЫ

Бульенков Н.А., Желиговская Е.А.

Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН, Москва

e-mail: lmm@phychе.ac.ru

В настоящей работе изучен структурный механизм топохимических реакций на поверхностном слое (ПС) воды, посредством которых на ПС воды образуются упорядоченные ультратонкие сетки из нерастворимого в воде эпоксидного олигомера (ЭО)_n. Эпоксидный олигомер образует монослой на ПС воды и взаимодействует с отвердителем, содержащимся в водном растворе под монослоем. Роль отвердителя играют либо триэтилентетрамин (ТЭТА), образующий в ходе реакции ковалентные связи с (ЭО)₃, либо анионы вольфрамфосфорной кислоты (ВФК), являющиеся катализатором для образования ковалентных связей непосредственно между молекулами (ЭО)₃. Данные системы выбраны в качестве модельных, так как для них имеются экспериментальные данные по электронной микроскопии и изотермам сжатия, соответствующим различным стадиям образования сеток из (ЭО)₃ и ТЭТА и только из (ЭО)₃ в присутствии ВФК [1].

Ранее было высказано предположение о том, что ПС воды на границе с разными фазами структурирован, и предложены его возможные структуры [2]. В настоящей работе показано, что структурированный ПС воды на границе с монослоем из (ЭО)₃ играет роль матрицы, фиксирующей водородными связями молекулы (ЭО)₃ над ПС и ТЭТА или ВФК под ПС таким образом, что вступающие в реакцию группы NH₂ молекул ТЭТА и раскрытые эпоксидные кольца молекул ЭО оказываются в непосредственной близости друг от друга [3]. Таким образом, становятся возможными топохимические реакции между ТЭТА и (ЭО)₃ в системе ЭО–ТЭТА или между молекулами (ЭО)₃ под воздействием ВФК в системе ЭО–ВФК.

Определены возможные конформации молекул ТЭТА и (ЭО)₃ для разных значений площадей на молекулу (ЭО)₃ в обеих системах, в том числе, при сжатии сеток. Показан кооперативный дислокационный механизм достижения строго определенных значений площадей на молекулу (ЭО)₃ в монослое (ЭО)₃ и двумерных сетках ЭО и ЭО–ТЭТА в зависимости от времени выдержки.

[1] Арсланов В.В., Шейнина Л.С., Калинина М.А. // Современные проблемы физической химии. М.: Издательский дом «Граница» и ИФХЭ РАН, 2005. СС 94–118.

[2] Бульенков Н.А., Желиговская Е.А. // Журн. физич. хим. 2006. Т. 80. № 10. С. 1784–1805.

[3] Бульенков Н.А., Желиговская Е.А. // Биофизика. 2013. Т. 58. № 1. СС. 8–26.

КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ПОЛИМЕРНЫХ ИОНИТОВ

Зеленковский В.М., Безъязычная Т.В., Косандрович Е.Г., Солдатов В.С.

*ГНУ «Институт физико-органической химии НАН Беларуси», 220072, ул. Сурганова, 13,
г. Минск, Беларусь. e-mail vmzel@ifoch.bas-net.by*

Рассматриваются разработанные авторами:

-метод компьютерного моделирования сетчатых полиэлектролитных матриц, учитывающий взаимное влияние обменных центров, предназначенный для идентификации фрагментов, ответственных за математический вид зависимостей важнейших свойств ионообменной системы от ионного состава сетчатых полиэлектролитов;

-метод квантово-химического моделирования ионообменных систем, основанный на расчетах микросостояний фрагментов ионита в контакте с раствором, в результате которых определяется взаимное расположение взаимодействующих частиц в ионите (фиксированных ионогенных групп, противоионов и молекул воды), рассчитываются энергии их взаимодействия, что позволяет оценить селективность ионита по целевому иону;

-новый подход к описанию гидратации взаимодействующих ионов в полиэлектролите, конкретизирующий тип связи и положение молекул воды и взаимодействующих ионов относительно друг друга и позволяющий получить количественное описание явления гидратации на различных его стадиях, а также определить предельную степень обезвоживания сильнокислотных катионитов в водородной форме и сильноосновных анионитов в оксианионной форме.

Обсуждаются электронные, структурные и энергетические характеристики гидратированных сорбционных комплексов полимерных ионитов содержащих сульфо-, карбоксильные, имино-диацетатные, четвертичные аммониевые и амидо-аминные группы с противоионами водорода, щелочных, щелочноземельных, тяжелых, благородных металлов, гидроксил-аниона, галогенидов, окси- и комплексных анионов, с помощью которых установлены механизмы процессов сорбции и ионного обмена в практически важных полимерных ионитах, а также дано объяснение ряда закономерностей, связанных с гидратацией ионов в фазе ионита.

Результаты квантово-химического моделирования сопоставлены с полученными авторами и приведенными в литературе экспериментальными данными.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (проект №X13-086).

ВОЗМОЖНОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ В-А ПЕРЕХОДА В ДНК ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ В РАМКАХ КРУПНОЗЕРНИСТОЙ МОДЕЛИ

Кикоть И.П., Ковалева Н.А., Зубова Е.А.

ИХФ РАН, 119991, Москва, ул. Косыгина, 4, natykov@gmail.com

Биологически значимыми конформациями молекулы ДНК являются В (основная форма в клетке) и А (форма, более устойчивая к воздействию излучений, которую ДНК принимает, например, при спорообразовании у бактерий). Геометрически возможность перехода между формами обеспечивается изменением конформации колец дезоксирибозы. При этом изменяются расстояния между фосфатами цепи и, соответственно, упаковка пар оснований. Конформационные изменения в рибозных кольцах в большой степени определяют гибкость двойной спирали, необходимую для выполнения ею ее биологических функций. В лабораторных экспериментах в водно-солевом растворе ДНК наблюдается в В-форме. Увеличение концентрации

соли вблизи молекулы, добавление спирта в раствор и уменьшение температуры приводит к переходу ДНК в А-форму. Нами был разработан



новый подход [1-3] к построению крупнозернистой модели ДНК с конформационной подвижностью рибозных колец. В настоящем докладе мы показываем, что для воспроизведения А-В перехода необходимы следующие элементы модели:

- (1) двухъямный потенциал, описывающий бистабильность рибозы;
- (2) корреляция расстояний между фосфатами с состоянием рибозы между ними (как минимум, один трехчастичный потенциал);
- (3) явно учитываемые ионы, наличие которых позволяет промоделировать электростатическое влияние положения ионов относительно фосфатов в цепях и прямо включить вклад энтропии ионов в свободную энергию системы;
- (4) сольватационные минимумы в потенциале взаимодействия ионов между собой и с зарядами на фосфатах.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 12-03-31810 мол_a)

[1] I. Kikot, E. Zubova, M. Mazo, N. Kovaleva и др., Proc. of XXXVIII APM-2010, pp. 299-306

[2] A. Savin, M. Mazo, I. Kikot, L. Manevitch, A. Onufriev., Phys. Rev. B, 83, 245406, 2011.

[3] A. Savin, I. Kikot, M. Mazo, A. Onufriev., Proc. of Nat. Acad. Sci., 110(8):2816-2821, 2013.

МНОГОМАСШТАБНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ СУПРАМОЛЕКУЛЯРНОЙ ГЕЛЬ-СЕТКИ В РАСТВОРЕ ЦИСТЕИНА И НИТРАТА СЕРЕБРА¹

Комаров П.В.,^{1,2} Талызин И.В.,² Хижняк С.Д.,² Пахомов П.М.²

¹*Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН, 119991 г. Москва,
ул. Вавилова, pv_komarov@mail.ru*

²*Тверской государственный университет, 170002 г. Тверь, Садовый пер. 35*

Характерной чертой гидрогеля на основе L- цистеина и нитрата серебра (ЦСР) является процесс самосборки при низком содержании дисперсной фазы (~ 0.01%). Пространственная гель-сетка, возникающая в растворе при добавлении различных солей, представляет собой супрамолекулярный полимер, в котором в качестве мономерных звеньев выступают цвиттер-ионы меркаптида серебра (МС). В силу простоты получения и особенностей исходных компонентов ЦСР и гидрогели на его основе являются, во-первых, удобной модельной системой для изучения процессов самоорганизации и гелеобразования, а во-вторых, могут служить матрицей для создания новых биоактивных веществ и различных медицинских препаратов.

Выполненное экспериментальное изучение ЦСР позволило сформулировать феноменологическую модель гелеобразования в этой системе. Для проверки наших предположений была построена многомасштабная компьютерная модель, включающая квантово-механический, атомистический и мезоскопический уровень моделирования. Информация об особенностях межмолекулярного взаимодействия была получена посредством квантово-механических расчетов. В рамках атомистической модели было показано, что вследствие образования перекрестных связей между атомами серы и серебра цвиттер-ионов меркаптида серебра сначала происходит формирование кластеров из МС, из которых в свою очередь формируются нитеобразные агрегаты. Анализ образующихся молекулярных конфигураций показывает, что нитеобразные агрегаты стабилизируются за счет взаимодействия $-\text{NH}_3^+$ и $-\text{C}(\text{O})\text{O}^-$ групп, принадлежащих МС в составе соседних кластеров. Полученные выводы были положены в основу мезоскопической модели, на основе которой удалось проиллюстрировать процесс зарождения и роста гель-сетки в ЦСР на больших пространственных масштабах.

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках двух гос. заданий ТвГУ, проект № 3.18.41.2011 и приказ № 2596 от 3.11.2011 г. Авторы так же выражают благодарность МСЦ РАН за предоставление вычислительных ресурсов кластера MBC-100k.

СТРУКТУРА ПОЛИИМИДНОЙ МАТРИЦЫ В НАНОКОМПОЗИТАХ, АРМИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ

Ларин С.В., Глова А.Д., Серебряков Е.Б., Назарычев В.М.,

Фалькович С.Г., Люлин А.В., Люлин С.В.

Институт высокомолекулярных соединений Российской академии наук,

199004, г. Санкт-Петербург, Большой пр. В.О., д. 31

selarin@macro.ru

В представленной работе с использованием метода молекулярной динамики и полноатомной модели исследована структура полимерной матрицы нанокompозитов на основе теплостойких полиимидов Р-ОДФО, Р-СОД и ЕХТЕМ, армированных углеродными нанотрубками. Анализ парных функций распределения атомов полимера относительно атомов нанотрубки и зависимости локальной плотности полимера от расстояния до поверхности нанотрубки не показал значительных отличий между композитами с различными типами матриц. Существенная разница, однако, была обнаружена при исследовании ориентации плоских участков полимерных цепей относительно оси нанотрубки. В композитах на основе кристаллизующегося полиимида Р-ОДФО формируется упорядоченная слоистая структура, в которой плоские фрагменты цепи полимера ориентированы параллельно оси нанотрубки не только вблизи поверхности наполнителя, но и при удалении от нее. В то же время в композитах на основе аморфных полиимидов Р-СОД и ЕХТЕМ ориентация плоских фрагментов цепи вдоль нанотрубки наблюдается только в непосредственной близости от ее поверхности. При этом отличается и форма цепей полиимидов в композитах. Цепи Р-ОДФО в композитах вытягиваются в направлении, параллельном оси нанотрубки, и имеют большие размеры по сравнению с блочными образцами полиимида, тогда как в нанокompозитах на основе Р-СОД и ЕХТЕМ цепи полимера находятся в свернутой конформации. Обнаруженная упорядоченная структура в композитах на основе Р-ОДФО может являться начальным этапом кристаллизации полимерной матрицы, инициированной введением углеродной нанотрубки. Полученные результаты находятся в качественном согласии с имеющимися экспериментальными данными.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (Соглашения № 8023 и 8645) и РФФИ (гранты № 11-03-00944 и 13-03-00547). Компьютерное моделирование проведено с использованием ресурсов компьютерного кластера ИВС РАН и суперкомпьютеров СКИФ МГУ «Чебышев» и «Ломоносов».

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ МЕХАНИЧЕСКИХ И АДГЕЗИОННЫХ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРНОГО АДГЕЗИВА С ЛАБИЛЬНОЙ НАДМОЛЕКУЛЯРНОЙ СТРУКТУРОЙ

Москалец А.П.^{1,2}, Фельдштейн М.М.^{1,2}, Кретон К.³, Хохлов А.Р.^{2,4}

¹ ООО «Инновационные полимерные адгезивы» (ИНПОЛИА)

² Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН

³ *Laboratoire de Physicochimie et Macromoleculaire, Ecole Supérieure de Physique et de Chimie
Industrielles, Paris, France*

⁴ Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

a.p.moscalets@gmail.com

Ранее было показано, что липкость и прочность чувствительных к давлению адгезивов (ЧДА) на основе поли-N-винилпирролидона (ПВП) и полиэтиленгликоля (ПЭГ) можно регулировать, изменяя молекулярные массы (ММ) ПВП и ПЭГ [1]. ПЭГ является олигомерным телехеликом, несущим реакционноспособные группы на концах цепи. Поэтому в водородно-связанных полимерных системах на основе самособирающихся стехиометрических комплексов ВМС с олигомерными телехеликами возможно образование двух типов нековалентных сеток: 1) топологических зацеплений и 2) водородных связей. Плотность сетки топологических зацеплений варьируется при изменении ММ ПВП, а стехиометрия и плотность сетки водородных связей - с изменением длины цепей ПЭГ [2].

Предложенная в работе [3] теоретическая модель позволяет разделить и оценить вклады сеток топологических зацеплений в механические свойства сшитых полимеров. Однако указанная модель не способна адекватно описать поведение адгезионных и механических свойств структурированных адгезивов на основе интерполимерных комплексов с лабильными водородными связями. В настоящей работе модель Рубинштейна-Панюкова модифицирована для корректного описания вклада сетки водородных связей в механические и адгезионные свойства наноструктурированных адгезивов на основе ПВП-ПЭГ или поливинилкапролактама-ПЭГ. Разработанная модель раскрывает ключевые моменты образования надмолекулярной структуры ЧДА и ее проявления в макроскопических свойствах.

1. M.B. Novikov, M.M. Feldstein, C. Creton, Proceedings of the 27th Annual Meeting of The Adhesion Society, Wilmington, USA, 15-18 February 2004
2. M.M. Feldstein et al. Polymer 2003, 44(6), 1819 - 1834
3. M. Rubinstein, S. Panyukov, Macromolecules 2002, 35, 6670-6686

ЛИЗИНОВЫЕ ДЕНДРИГРАФТЫ. МОЛЕКУЛЯРНО-ДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НОВОГО ТИПА РАЗВЕТВЛЕННЫХ ПЕПТИДНЫХ СТРУКТУР

Неелов И.М.^{1,2}, **Фалькович С.Г.**^{2,3}, **Округин Б.М.**³, **Ильяш М.Ю.**², **Даринский А.А.**²

¹ Научно-исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики,
Санкт-Петербург, Россия

² Институт высокомолекулярных соединений, Санкт-Петербург, Россия

³ Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

Пептидные дендриграфты представляют собой регулярно ветвящиеся пептидные структуры, состоящие из аминокислотных остатков и сходные по структуре и свойствам с пептидными дендимерами. Однако в отличие от пептидных дендимеров ядром дендриграфтов является линейная пептидная цепь, состоящая обычно из восьми лизинов. В лизиновых дендриграфтах (также как и в лизиновых дендимерах) один из двух спейсоров, исходящих из каждой точки ветвления, имеет длину существенно большую, чем другой. В нашей работе лизиновые дендриграфты разных поколений были исследованы методами компьютерного моделирования. Мы использовали для моделирования метод молекулярной динамики, модель со всеми атомными деталями, силовым полем Amber99-SB-ildn и пакет GROMACS (версия 4.5.5). Были рассмотрены системы, состоящие из одной молекулы дендриграфта в ячейке с водой и периодическими граничными условиями при температуре $T = 300\text{K}$. Все концевые группы дендриграфта (NH_3^+) были положительно заряжены. Контрионы (Cl^-) добавлялись, чтобы обеспечить электронейтральность системы. В данной работе мы рассчитывали структурные характеристики дендриграфтов и, в частности, радиусы инерции R_g и величины характеризующие их анизотропию, а также радиальные функции распределения плотности для всего дендриграфта и для его концевых групп. Полученные характеристики были сопоставлены с аналогичными характеристиками для лизиновых дендимеров и было показано, что несмотря на общее сходство эти зависимости отличается от аналогичных зависимостей для лизиновых дендимеров.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (№ грантов 12-03-31243, 12-03-33155, 13-03-00524 и 13-03-00728). Вычислительные ресурсы и программные пакеты были предоставлены МГУ (суперкомпьютер Ломоносов).

МНОГОМАСШТАБНЫЕ МОЛЕКУЛЯРНО-ДИНАМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ДЕФОРМАЦИИ ПОЛИМЕРНЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ

Орехов Н.Д., Стегайлов В.В.

*Объединенный институт высоких температур (ОИВТ РАН),
125412, г. Москва, ул. Ижорская, д.13, стр.2, e-mail: nikita.orekhov@gmail.com*

*Московский физико-технический институт,
141700, Московская область, г. Долгопрудный, Институтский пер., д. 9*

Основной задачей компьютерного материаловедения является предсказание новых материалов и их свойств. При этом использование существующих вычислительных ресурсов, как правило, не позволяет исследовать одним методом весь возможный диапазон длин и времен протекания интересующих явлений. Для преодоления этих трудностей применяются многомасштабные методы, в которых результаты, полученные на одном уровне длин и времен, используются для построения модели на другом.

Являясь по своей природе сложными высокомолекулярными соединениями, полимеры представляют собой одну из наиболее показательных систем, обладающих выраженной иерархической структурой, включающей различные уровни организации и, как следствие, требующей различных подходов на разных масштабах. Качественное описание требует как моделирования взаимодействия участков полимера и возможного наполнителя на атомарном масштабе, так и учета сложной крупномасштабной структуры, образованной переплетенными полимерами. При этом на атомистическом уровне, как правило, используются методы классической молекулярной динамики, в то время как для выхода на субмикронный уровень применяются огрубленные (т.н. "coarse-grained") модели, в которых происходит объединение нескольких маленьких частиц (например, групп атомов) в один большой блок (супер-атом).

В данной работе на примере полиэтилена с углеродными нановключениями продемонстрированы возможности использования современных молекулярно-динамических подходов для анализа на молекулярном и мезоуровнях процессов деформирования и разрушения композитных материалов, а также расчета их базовых механических параметров. На основе полученных данных произведен анализ потери точности при переходе к огрубленным моделям. Также обсуждаются вопросы масштабирования указанных МД моделей на высокопроизводительные системы с производительностью выше 100 ТФлопс.

СМЕШАННЫЕ ЩЁТКИ ИЗ РАЗВЕТВЛЁННЫХ И ЛИНЕЙНЫХ МАКРОМОЛЕКУЛ

Полоцкий А.А.¹, Бирштейн Т.М.^{1,2}

¹ *Институт высокомолекулярных соединений Российской академии наук,
199004 Санкт-Петербург, Большой пр. В.О., д. 31.*

² *Санкт-Петербургский государственный университет, физический факультет,
198504 Санкт-Петербург, Петродворец, ул. Ульяновская, д. 1.
alexey.polotsky@gmail.com*

Полимерные щётки являются одной из наиболее исследуемых полимерных систем. В последние годы внимание исследователей привлекают щётки, образованные прививкой к поверхности цепей более сложной архитектуры, в частности, регулярно разветвленных дендритных макромолекул - дендронов. Были успешно разработаны методы создания таких щёток, а в теоретических работах было показано, что дендронные щётки имеют сложную внутреннюю структуру. В частности, в густо привитых плоских щётках (и сферических с большим радиусом кривизны) происходит разделение дендронов по степени их растяжения.

В настоящей работе мы рассмотрели новый класс щёток - смешанные щётки, которые содержат разветвлённые и линейные макромолекулы. В качестве разветвлённых были взяты звездообразные макромолекулы (являющиеся дендронами первой генерации). Проведено моделирование таких систем методом самосогласованного поля Схойтенса-Флира. Показано, что смешение звёзд и линейных макромолекул в щётке термодинамически выгодно по сравнению с их сегрегацией. Установлено, что на конформации звёзд и цепей в щётке, существенное влияние оказывают соотношения их молекулярных масс, а также размеров «длинного пути» в них (в звезде он равен удвоенной длине луча, а для линейной цепи это длина самой цепи). Показано, что короткие линейные цепи располагаются вблизи поверхности прививки, а в случае длинных цепей и звёзд с небольшим числом лучей цепи проходят через слой звёзд, выводя свои концевые группы на периферию щётки. Наиболее интересной является ситуация смешения в щётке длинных линейных цепей и звёзд с большим числом лучей, когда цепь имеет больший длинный путь, но меньшую молекулярную массу: в этом случае при изменении состава смешанной щётки происходит переключение между режимами «доминирования» линейной цепи и звезды.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 11-03-00969а).

КОНФОРМАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТНЫХ pH-ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ЗВЕЗД

Рудь О.В., Бирштейн Т.М.

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт
высокомолекулярных соединений Российской академии наук (ИВС РАН), 199004, г. Большой
пр. 31, Санкт-Петербург, Россия
helvrud@gmail.com*

Методом Схойтенса-Флира (SF-SCF) (численный метод решения уравнений самосогласованного поля) было исследовано взаимодействие двух pH-чувствительных полиэлектролитных звезд в водно-солевом растворе. При достаточно высокой гидрофобности сегментов в незаряженном состоянии и достаточно низкой ионной силе раствора отдельно взятые звезды имеют двухфазную квазимицеллярную конформацию. Эта конформация образуется в результате разделения лучей звезды на две группы, одна группа состоит из незаряженных лучей и образует плотное ядро в центре звезды, другая — из лучей проходящих насквозь и формирующих корону, где лучи заряжены. По мере того как две квазимицеллы сближаются, сначала, при перекрывании корон, вместо роста суммарной полимерной плотности в обеих квазимицеллах наблюдается переход части лучей из фазы короны в фазу ядра. Далее, как только происходит контакт ядерных поверхностей, обе квазимицеллы сливаются в одну. Свободная энергия взаимодействия звезд оказывается при этом немонотонной функцией расстояния D между центрами звезд. Она растет по мере их сближения, пока ядра разделены. После контакта ядер, и в некотором состоянии, соответствующем объединенной квазимицелле с эллипсоидальным ядром, свободная энергия имеет локальный минимум. Таким образом, звезды на больших расстояниях отталкиваются, а на малых — притягиваются. Характер взаимодействия сильно зависит от ионной силы раствора. При высокой ионной силе, отдельно взятые звезды имеют развернутые конформации. В этом случае взаимодействие двух звезд носит характер отталкивания при всех значениях D . Однако, если ионная сила лишь ненамного превышает пороговое значение образования квазимицеллы, то при сближении изначально развернутых звезд, сначала они обе становятся квазимицеллами, затем их ядра растут по мере сближения и сливаются при контакте.

Аналогичным образом было исследовано взаимодействие одиночной звезды с плоской непроницаемой гидрофобной поверхностью. Снова профили свободной энергии взаимодействия демонстрируют сильную зависимость от ионной силы раствора. Пока ионная сила мала, звезда имеет квазимицеллярную конформацию, при этом она отталкивается от поверхности на больших расстояниях и притягивается к ней на малых. Зависимость свободной энергии от расстояния D между поверхностью и центром звезды снова оказывается немонотонной, в ее значениях наблюдается локальный минимум соответствующий квазимицелле с распластанным по поверхности ядром. Увеличение ионной силы делает притяжение на малых расстояниях слабее, а отталкивание на больших — сильнее. Если ионная сила ненамного превышает пороговое значение формирования квазимицеллы, то пространственные ограничения сами по себе могут инициировать переход в квазимицеллярное состояние. Таким образом, снова, при приближении к стенке звезда сначала становится квазимицеллой, затем ее ядро касается поверхности и прилипает к ней. При высокой ионной силе отталкивание наблюдается при всех значениях D .

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты №12-03-31649 и №11-03-00969-а).

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТНОГО МИКРОГЕЛЯ С ПРОТИВОПОЛОЖНО ЗАРЯЖЕННЫМ ПАВ

Румянцев А.М., Крамаренко Е.Ю.

*Физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, 119991 Москва, Ленинские горы, 1
rumyantsev@polly.phys.msu.ru*

Полимерные микрогели в растворе способны быстро и обратимо реагировать на изменения внешних условий. Одним из наиболее привлекательных внешних стимулов, способных вызвать коллапс и набухание полиэлектролитного (ПЭ) микрогеля, является противоположно заряженное поверхностно-активное вещество (ПАВ). Конформационный переход в цепях микрогеля может быть вызван не только изменением концентрации ПАВ [1], но и облучением раствора в случае, если молекула ПАВ содержит фоточувствительные группы [2]. Вызываемый светом переход между цис- и транс-изомером изменяет гидрофобность молекулы и характер ее взаимодействия с микрогелем. Теория взаимодействия макроскопического ПЭ геля с противоположно заряженным ПАВ была впервые предложена в работе [3]. В данной работе разработанный в [3] подход модифицирован с учетом того, что ПЭ микрогель не является электронеutralным в отличие от макроскопического аналога, поскольку часть противоионов выходит из набухшей полимерной микрочастицы во внешний раствор по энтропийным причинам.

Авторами показано, что увеличение концентрации ПАВ во внешнем растворе способно вызывать коллапс или контракцию микрогеля, а затем его электростатическую нейтрализацию и выпадение в осадок. Дальнейший рост количества ПАВ приводит к перезарядке микрогеля: он обретает заряд, одноименный с зарядом ионов ПАВ, и снова становится дисперсионно стабильным. Полученные теоретические результаты качественно согласуются с экспериментальными данными [1,2]. Сравнение кривых набухания и коллапса микрогеля, построенных для ПАВ с хвостами разной гидрофобности, позволило объяснить экспериментально наблюдаемые в нем конформационные переходы, вызванные облучением.

1. K. Fun, M. Bradley, B. Vincent, C.F.J. Faul // *Langmuir* **2011**, 27, 4362-4370.
2. Y. Zakrevskyy, M. Richter, S. Zakrevska, N. Lomadze, R. von Klitzing, S. Santer // *Adv. Funct. Mater.* **2012**, 22, 5000-5009.
3. A.R. Khokhlov, E.Yu. Kramarenko, E.E. Makhaeva, S.G. Starodubtzev // *Macromol. Chem., Theory Simul.* **1992**, 1, 105-118.

МОДЕЛИРОВАНИЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ДЕФОРМАЦИИ ПОЛНОАТОМНОЙ МОДЕЛИ ПОЛИМЕТИЛЕНА

Стрельников И.А.*, Балабаев Н.К.**, Мазо М.А.*, Олейник Э.Ф.*

**Институт химической физики им. Н.Н.Семенова РАН,*

119991 Москва ул. Косыгина 4, strlnkv@gmail.com

***Институт математических проблем биологии РАН, Пущино, 142290 Московская область*

Проведено компьютерное молекулярно-динамическое моделирование низкотемпературной пластической деформации стеклообразного полиметилена при $T=50\text{ K}$, на $\approx 150\text{ K}$ ниже T_c . Впервые расчеты проводились для полноатомной модели полиметилена. Используя метод «полимеризации» в рамках МД моделирования, получены образцы низкотемпературного аморфного ПМ с различным молекулярно-массовым распределением. Рассмотрено две серии образцов, содержащих 12288 $-\text{CH}_2-$ полимерных звеньев с различным ММ распределением. Деформацию проводили в режиме активного одноосного сжатия до $\varepsilon = 30\%$. Проанализированы неаффинные смещения атомов углерода и конформационные перестройки в цепях по ходу деформации.

Показано, что основным механизмом пластической деформации в рассматриваемой модели ПМ является трансформация относительно небольших участков цепи, содержащие до 8–10 полимерных звеньев $-\text{CH}_2-$. В стеклообразном образце в области малых деформаций (которые обычно считают гуковскими) не происходит однородного расширения решетки, а упругость развивается через локальные смещения цепных фрагментов.

Анализ неаффинных смещений полимерных звеньев в области зуба текучести ($\varepsilon_{\text{деф}} = 10\text{--}13\%$) и в области стационарного пластического течения показал, что никаких качественных изменений в деформационном поведении цепей по сравнению с областью малых деформаций не происходит. Однако общее число звеньев с относительно большими неаффинными смещениями немного возрастает, растет и их амплитуда. Несмотря на то, что конформационные переходы вносят вклад в структурные перестройки при деформации ПМ, они не играют определяющей роли даже в области развитого пластического течения.

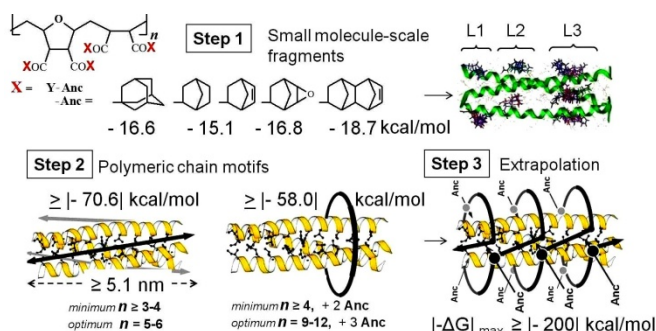
АНАЛИЗ ПОЛИМЕР-БИОПОЛИМЕРНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ МЕТОДАМИ ДОКИНГА И МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ (ИНГИБИТОРЫ ВИЧ-ИНФЕКЦИИ)

Цветков В.Б.^{1,2}, Сербин А.В.^{1,3}

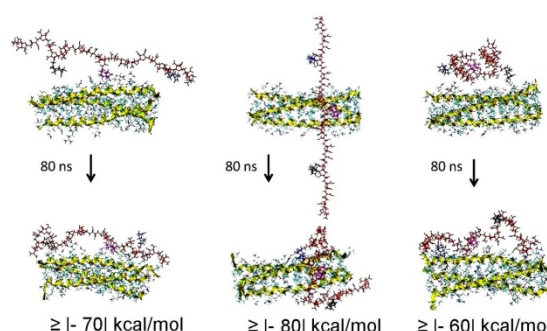
¹ИНХС РАН, ²ИБМХ РАН, ³НИФ Здоровья, Москва, heal@aha.ru

На примере исследования механизмов ингибирующего действия анионных полиэлектролитов с гидрофобными якорными группами ("поли-лигандов") на белковый медиатор (терапевтическую мишень) проникновения вируса иммунодефицита (ВИЧ) в клетки человека выполнено комплексное моделирование взаимодействий лигандов с мишенью методами докинга и молекулярной динамики (МД).

Докинг [*J Comp-Aid Mol Des* 2012 26(12):1369]



Молекулярная динамика [в печати]



Трехэтапный алгоритм докинга, разработанный применительно к анализу взаимодействий синтетических и природных полимеров, позволил выявить основные сайты и способы связывания вирусной мишени за счет пространственно-геометрической и энергетической кооперации анионных и якорных компонент синтетических полимеров. Исследование тех же взаимодействий с помощью МД подтвердило основные результаты докинга, дополнив их возможностями моделирования более крупноразмерных полимерных цепей и динамики конформационных изменений как лиганда, так и мишени. Кооперация различных по химической природе контактов между синтетическим и биологическим полимерами проявилась в координатах времени: в динамике первичных контактов якорных групп с последующим вовлечением звеньев полимерного остова в формирование стабильной сети многоточечных нековалентных взаимодействий с мишенью. Показано взаимное синергетическое влияние фрагментов остова и якорных субструктур лиганда на итоговую эффективность связывания белковой мишени. Результаты моделирования (в хорошей корреляции с биотестами *in vitro*) прояснили механизмы анти-ВИЧ активности, а также предотвращения лекарственной устойчивости вируса к исследуемым синтетическим ВМС.

САМООРГАНИЗАЦИЯ СОПОЛИМЕРОВ В ТОНКИХ ПЛЕНКАХ С ПОМОЩЬЮ МАКРОМОЛЕКУЛЯРНЫХ РЕАКЦИЙ

Гаврилов А.А., Чертович А.В.

МГУ имени М.В.Ломоносова, физический факультет,

119991, Москва, Ленинские горы 1 стр. 2.

Был изучен вопрос воспроизведения узора на подложке эквимольной смесью реагирующих частиц. Было показано, что в таких системах возможно упорядочение с дальним порядком. Однако, из-за наличия двух конкурирующих процессов, необратимой поликонденсации и фазового разделения, поведение таких систем может быть достаточно сложным. В зависимости от параметра χ и скорости реакции система находилась в трех возможных состояниях: (а) гомогенное состояние без фазового разделения; (б) состояние с дальним порядком; (в) состояние с тенденцией к макрофазному расслоению. Эти состояния характеризуются различными блочно-массовыми распределениями. В системах с дальним порядком средняя длина блока во всех случаях была близка к $n^*=8$, что объясняется соответствием между объемным периодом структуры и периодом узора на подложке. Было показано, что область параметров, в которой наблюдалось минимальное количество дефектов, сдвигается в область больших χ и расширяется при увеличении скорости реакции. Воспроизведение узора подложки было также изучено при других толщинах и площади пленки, а также при другом периоде узора. Было показано, что увеличение толщины пленки при сохранении периода узора негативно сказывается на качестве воспроизведения узора. Также было показано, что увеличение площади пленки не ведет к изменению качества воспроизведения узора. Исследования системы с увеличенным вдвое периодом узора и толщиной пленки показали, что методика работает и для этой системы. Увеличение необходимой для воспроизведения узора средней длины блока приводит к тому, что скорость реакции может быть существенно снижена. Это показывает, что в использованной модели соотношение скорости реакции и диффузии играет ключевую роль. Таким образом, критерием применимости данного метода получения структур с дальним порядком вероятнее всего является соответствие между периодом узора и толщиной подложки.

МЕХАНИЗМ КРЕЙЗИНГА ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА В АДСОРБЦИОННО-АКТИВНЫХ СРЕДАХ

Баженов С.Л., Ефимов А.В.

*Институт химической физики им. Н. Н. Семенова Российской академии наук, Москва, ул.
Косыгина 4., bazhenov_sl@rambler.ru*

Исследовали влияние предварительной ориентации на процесс крейзообразования при растяжении ПЭТФ в адсорбционно-активных жидкостях. ПЭТФ ориентировали вытяжкой при 80 °С, что несколько превышает температуру стеклования (~75 °С). После ориентации образцы растягивали в органических жидкостях при комнатной температуре. При небольших степенях предварительной вытяжки предел сдвиговой текучести при растяжении на воздухе практически не возрастал. Напротив, напряжение уширения крейзов увеличивалось пропорционально степени предварительной вытяжки. Таким образом, ориентация подавляла крейзинг и наблюдался переход к сдвиговому течению. Предложена модель, объясняющая влияние ориентации на крейзинг. Согласно этой модели, уширение крейза и втягивание неориентированного полимера в его объем происходит вследствие появления пор в основании фибрилл. Формирование фибрилл обусловлено вытяжкой полимера между порами.

ТЕРМОСТОЙКИЕ ЭПОКСИДНЫЕ НАНОКОМПОЗИТЫ

**Барabanова А.И., Афанасьев Е.С., Пряхина Т.А., Завин Б.Г., Выгодский Я.С.,
Аскадский А.А., Филиппова О.Е., Хохлов А.Р.**

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт
элементоорганических соединений им. А.Н.Несмеянова Российской академии наук
119991 г. Москва, ул. Вавилова, 28. barabanova@polly.phys.msu.ru*

Введение наночастиц неорганического наполнителя позволяет улучшить свойства традиционных полимерных материалов и расширить области их практического применения. Известно, что благодаря введению наночастиц диоксида кремния с модифицированной поверхностью становится возможным использование дешевых эпоксидных полимеров в качестве матриц для ЖК-дисплеев, для чего необходимы такие свойства, как оптическая прозрачность, высокая температура стеклования (T_g) и низкий коэффициент термического расширения (КТР). Однако в большинстве случаев добавление наночастиц SiO_2 с привитыми на поверхность функциональными группами (эпоксидными, аминными или изоцианатными), вступающими в химическую реакцию с эпоксидными группами, позволяет увеличить T_g лишь на 10-20°C по сравнению с T_g ненаполненного полимера.

Цель данного исследования состояла в систематическом изучении влияния химической структуры полимерной матрицы, природы и концентрации функциональных групп на поверхности наночастиц, силы взаимодействия между наночастицами и полимерной матрицей, размера и содержания наночастиц на T_g и прозрачность нанокомпозиов. В качестве полимерной матрицы был использован диэпоксид тетрагидробензилового эфира тетрагидробензойной кислоты, а сферические наночастицы SiO_2 с различными функциональными группами на их поверхности – в качестве неорганического наполнителя. Модификация поверхности SiO_2 происходит в результате реакции между SiOH -группами на поверхности частиц и алкокси-группами модификатора. В качестве модификаторов использовали фенилтриметоксисилан, этоксипропилтриэтоксисилан, 3-глицидоксипропилтриметоксисилан, 3-(триэтоксисилил)-пропилянтраной кислоты. Показано, что введение наночастиц с фенильными и эфирными группами не приводит к заметному увеличению T_g нанокомпозиов по сравнению с T_g эпоксидной смолы. Наиболее сильный эффект наполнителя на T_g – повышение до 210°C – достигнут при ковалентном связывании эпоксидомодифицированных наночастиц с эпоксидной смолой. Максимальное снижение КТР до $22.0 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ наблюдалось при добавлении ангидрид-модифицированных наночастиц SiO_2 в полимерную матрицу.

НОВЫЕ СТЕКЛОПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ АКТИВИРОВАННЫХ СТЕКЛОТКАНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ В КАЧЕСТВЕ СВЯЗУЮЩЕГО ОЛИГОМЕРОВ (ТЕЛОМЕРОВ) ТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА

**Барелко В.В., Кирюхин Д.П., Куш П.П., Кичигина Г.А., Дорохов В.Г., Быков Л.А.,
Смирнов Ю.Н., Алдошин С.М.**

ФГБУН Институт проблем химической физики Российской академии наук

142432, Московская обл., Черноголовка, просп. Академика. Семенова, 1

E-mail:kichigina@yandex.ru

Представлена принципиально новая технология изготовления стеклополимерного композиционного материала с фторопластовым связующим. Введение фторопласта в стеклотканую матрицу основано на применении операции пропитки основы жидкими средами, содержащими фторполимерную компоненту, при этом в качестве пропиточных сред используются растворы низкомолекулярных фракций политетрафторэтилена (ПТФЭ). Ключевым фактором, обеспечившим возможность реализации данной технологии, стало открытие радиационного процесса получения низкомолекулярного, растворимого в органических растворителях ПТФЭ (теломеров ТФЭ с длиной цепи 10-30 звеньев мономера). Показано, что при содержании вводимого фторполимера всего несколько процентов композит приобретает свойства тефлона по гидрофобности, термостойкости, устойчивости к воздействию агрессивных сред. Существующие на рынке, весьма ограниченные по масштабам производства, стеклополимерные композиты с фторопластовым связующим содержат в своей структуре до 70-80% фторопласта. Предлагаемая технология характеризуется низкой себестоимостью производимого композита и простотой его изготовления (исключение из схемы производства дорогостоящих и энергозатратных традиционных для производств фторопластовых изделий операций спекания порошковых масс фторопласта). В докладе рассмотрены области возможного практического применения создаваемой технологии.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 13-03-00398).

РАЗВИТИЕ ИДЕЙ И ПОДХОДОВ В.А.КАРГИНА ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ СТРУКТУРНЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ В ПОЛИМЕРНЫХ СИСТЕМАХ

Волынский А.Л., Бакеев Н.Ф.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова.

Химический факультет

119992 Москва, Ленинские горы; Volynskii@mail.ru

Академик В.А.Каргин высоко оценивал роль прямых методов исследования и, в первую очередь, прямых микроскопических методов в исследовании полимеров и разного рода полимерных систем. Структурный подход к исследованию явлений и процессов в полимерах является ценным научным наследием академика В.А.Каргина и безусловно заслуживает дальнейшего развития. В данном сообщении авторы намерены продемонстрировать эффективность и плодотворность такого подхода для изучения структурных особенностей деформации аморфных полимеров. Авторами доклада была разработана прямая микроскопическая универсальная методика исследования структурных перестроек, сопровождающих деформацию и усадку деформированных полимеров. В методическом плане эта методика достаточно проста. Перед деформацией (усадкой) полимера на его поверхность наносят тонкое (несколько нанометров) металлическое покрытие. При последующей деформации указанное покрытие визуализирует структурные перестройки, имеющие место в полимере. В докладе обсуждаются структурные перестройки, имеющие место при одноосном и плоскостном растяжении и термостимулируемой усадке полимеров, при изометрическом отжиге, а также о влиянии физического состояния полимера на эти процессы. Эффективность методики демонстрирует рис.1.

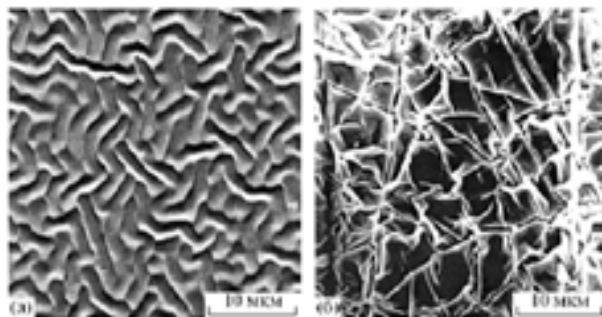


Рис.1 Сканирующие электронные микрофотографии образцов ПЭТФ деформированных в условиях одноосного сжатия, при 100⁰С (а) и при комнатной температуре (б). После деформации на поверхность образцов были нанесены тонкие (10 нм) слои платины, после чего они были подвергнуты отжигу при 105⁰С.

КОМПОЗИЦИОННЫЕ НАНОСТРУКТУРНЫЕ МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНЫЕ ПОКРЫТИЯ, ПОЛУЧАЕМЫЕ СОЧЕТАНИЕМ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО ОСАЖДЕНИЯ МЕТАЛЛОВ С ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕМ ВОДРАЗБАВЛЯЕМЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ НА КАТОДЕ

Квасников М.Ю., Уткина И.Ф., Крылова И.А., Романова О.А.

*Российский химико-технологический университет им.Д.И.Менделеева (РХТУ им.
Д.И.Менделеева), г.Москва, Миусская пл.9., kvasnikovm@mail.ru*

Предложен новый метод получения композиционных металлополимерных покрытий сочетанием в одном процессе электроосаждения полиэлектrolитов и электролитического выделения металлов на катоде из общего электролита.

В прикатодном слое создаются условия для выделения наноразмерных частиц металла, стабилизированных полиэлектrolитом, обладающим свойствами катионактивного ПАВа. Структура покрытия, получаемого электроосаждением полиэлектrolита, носит наноразмерный характер [1]. Хемосорбционное взаимодействие металла с поверхностью полимера приводит к образованию адсорбционных полимерных слоев, отличающихся по структуре от основной полимерной матрицы. Все это обуславливает образование покрытий с новым комплексом свойств. Изучаемый процесс может послужить основой для разработки новой технологии грунтования кузовов автомобилей путем сочетания в одном технологическом процессе широко используемых в промышленности методов катодного электроосаждения и гальваники.

В работе используется комплекс современных физико-химических методов исследования: ДСК, ИКС, дилатометрия, атомно-силовая микроскопия, а также методы исследования физико-механических и защитных свойств покрытий.

На примере никель-полиэлектrolитных покрытий установлено: полученные композиционные покрытия обладают по сравнению с немодифицированным полиэлектrolитным покрытием в 10 раз большей твердостью, в 2 раза лучшими защитными свойствами (водо – и солестойкость), в 4 раза большей износостойкостью при неизменной адгезии.

ЛИТЕРАТУРА

1.Квасников М.Ю., Крылова И.А., Киселёв М.Р., Камедчиков А.В., Точилкина В.С. Наноразмерная структура лакокрасочных покрытий, получаемых методом электроосаждения // Лакокрасочные материалы и их применение -2011г. -№11 - С.30-32

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНО-МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕВРАЩЕНИЙ ПОЛИМЕРОВ МЕТОДОМ ДЕФОРМАЦИИ В МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ МАТРИЦЕ

Кечекьян А.С., Михайлик Е.С., Монахова К.З., Куркин Т.С., Озерин А.Н.

Институт синтетических полимерных материалов им. Н.С.Ениколопова РАН, 117393

Москва, Профсоюзная ул., 70

При деформировании полимеров совместно с пластичной металлической матрицей возможно: 1. Однородно деформировать полимерные образцы при условиях, в которых деформация происходит неоднородно, например в условиях развития шейки. 2. Корректно осуществить деформацию в условиях чистого сдвига. 3. Деформировать материал до предельно возможной степени вытяжки, исключив обрывы вследствие грубых дефектов. 4. Придать пластичность хрупким материалам.

Исследованы механические и структурно-морфологические изменения, происходящие в материале при удлинениях, соответствующих значениям от нуля до естественной степени вытяжки. При деформациях, соответствующих начальной стадии развития шейки наблюдается уменьшение модуля упругости (E) и плотности материала, которые возрастают затем по мере дальнейшей деформации. Протяженность области снижения E и плотности различаются для различных материалов, зависят от кристалличности.

Рассмотрены морфологические изменения по результатам оптической микроскопии.

По данным рентгеновской дифракции в широких углах определена степень кристалличности и построены корреляционные зависимости степени молекулярной ориентации от кратности и режима деформирования. При одинаковой аппаратной кратности вытяжки в крупно- и мелкосферолитных пленках ПП, деформированных по механизму «чистого сдвига» (в горизонтальном канале постоянной ширины) и в пленках, деформированных в вертикальном канале в режиме «поперечное сжатие-сдвиг» ориентация осей макромолекул и ламелей существенно различается, в то время как при деформировании бесструктурных пленок аморфного ПЭТФ эти различия практически не выражены. Для пленок крупносферолитного и мелкосферолитного полипропилена методом малоуглового рентгеновского рассеяния охарактеризована зависимость величины большого периода и угла разориентации ламелей по отношению к направлению вытяжки от режима и кратности деформирования.

ПОЛУЧЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ РАСТВОРОВ АМИНОСОДЕРЖАЩИХ СОПОЛИАКРИЛМЕТАКРИЛАТОВ И ИХ СМЕСЕЙ

Кильдеева Н.Р.¹, Купцов С.А.¹, Конюхова Е.В.², Чалых А.Е.³

¹Московский государственный университет дизайна и технологии, 117997, г. Москва,
ул. Садовническая, д. 33, стр. 1, kildeeva@mail.ru

²Научно-исследовательский физико-химический институт им. Л. Я. Карпова

³Институт физической химии и электрохимии им. А.Н.Фrumкина

Изучено влияние на структуру и физико-химические свойства полимерных пленок совместимости и фазовых равновесий в системе поли-ε-капролактон (PCL) – Eudragit RS (сополимер этилакрилата, метилметакрилата и хлорида триметил-аммонийэтилметакрилата) в метиленхлориде. Путем испарения растворителя из 5-% растворов полимерной смеси получены пленки разного состава. Методом АСМ и электронной сканирующей микроскопии установлено, что в процессе испарения растворителя из растворов смесей PCL с Eudragit в результате фазового разделения формируется гетерогенная структура полимерного материала, в котором одна из фаз, состоящая преимущественно из Eudragit, диспергирована в другой. Отмечено формирование «сэндвичевой» структуры пленок, содержащих 75% Eudragit, причем внутренний слой характеризуется изотропным распределением частиц дисперсной фазы. Установлена взаимосвязь состава смешанных растворов PCL и Eudragit в метиленхлориде, морфологии полученных пленок и их теплофизических свойств. На дифрактограмме пленок из смеси полимеров, представляющей собой суперпозицию дифрактограмм PCL и Eudragit, обнаруживается неаддитивное изменение соотношения интенсивности характерных рефлексов PCL (110) и (200), связанное с ориентирующим действием растворителя. В процессе кристаллизации ПКЛ из растворителя образуется своеобразная морфология, при которой кристаллиты ПКЛ ориентируются на поверхности подложки. Показано, что специфическая ориентация кристаллитов поликапролактона в процессе испарения растворителя при формировании пленки из смеси ПКЛ и Eudragit RS определяется ее морфологией. Термогравиметрический анализ пленок показал, что температура основной деструкции в пленках, полученных из растворов смесей полимеров, изменяется неаддитивно, что свидетельствует об определенном влиянии межфазной поверхности на процессы термодеструкции полимеров.

МЕХАНИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАГНИТОУПРАВЛЯЕМЫХ ЭЛАСТОМЕРОВ НА ОСНОВЕ СИЛИКОНОВЫХ МАТРИЦ И МАГНИТНОГО НАПОЛНИТЕЛЯ

Степанов Г.В.¹, Молчанов В.С.², Перов Н.С.², Семисалова А.С.²,

Крамаренко Е.Ю.², Хохлов А.Р.²

¹ Государственный научно-исследовательский институт химии и технологии
элементоорганических соединений, Шоссе Энтузиастов, 128, Москва, 111123, Россия;

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Физический
факультет, Ленинские горы, д.1, стр.2, Москва, 119992, Россия
kram@polly.phys.msu.ru

Магнитоуправляемый эластомер (МУЭ) – это новый тип магнитоуправляемых материалов, свойства которых обратимо изменяются под действием магнитного поля. В основе материала лежит эластичная полимерная матрица и магнитный наполнитель.

При исследовании свойств МУЭ наибольшее внимание до сих пор уделялось магнитореологическому эффекту, т.е. зависимости вязкоупругих свойств материала от магнитного поля. Показано, что в области малых деформаций упругость и вязкость материала в магнитном поле до 300 мТл может увеличиваться в 100 и 400 раз [1-3]. Кроме того, данный материал демонстрирует магнитодеформационный эффект – значительную деформацию как в неоднородном, так и в однородном [1] магнитных полях, а также эффект памяти формы. Недавно было обнаружено, что электрические свойства материала могут контролироваться магнитным полем, в частности, диэлектрическая проницаемость МУЭ может возрасть в три раза под действием поля до 800 мТл.

В докладе будет сделан обзор результатов исследования механических и электрических свойств МУЭ, а также возможностей их практического применения. Основное внимание будет уделено особенностям МУЭ на основе магнитожёсткого наполнителя. За счет остаточной намагниченности наполнителя материал проявляет необычные свойства не только во внешнем магнитном поле, но и в отсутствие поля.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 13-03-00914).

1. Abramchuk S., Kramarenko E., Stepanov G., Nikitin L.V., Filipcsei G., Khokhlov A.R., Zrinyi M. Polymers for Advanced Technologies. 2007, vol.18, no.11, pp. 883-890.
2. Stepanov G.V., Abramchuk S.S., Grishin D.A., Nikitin L.V., Kramarenko E.Yu., Khokhlov A.R. Polymer. 2007, vol. 48, pp. 488-495.
3. Chertovich A V, Stepanov G V, Kramarenko EY and Khokhlov AR. Macromolecular Materials and Engineering 2010, vol.295, no 4, pp. 336 – 341.

УПОРЯДОЧЕННОСТЬ И ОСОБЕННОСТИ ПОРИСТОЙ СТРУКТУРЫ ПЛЕНОК ПОЛИОЛЕФИНОВ, ЭКСТРУДИРОВАННЫХ ИЗ РАСПЛАВА

Курындин И.С.*, Шибает В.П.**, Ельяшевич Г.К.*

* *Институт высокомолекулярных соединений Российской академии наук,*

199004 Санкт-Петербург, Большой пр., 31

***Химический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, 119991 Москва, Ленинские горы*

kuryndin@hq.macro.ru

Исследовано влияние степени ориентации пленок полиэтилена (ПЭ) и полипропилена (ПП) на характеристики их пористой структуры. Пленки получали из линейного ПЭ ($M_w = 170000$, $M_w/M_n = 4-5$, $T_{пл} = 132^\circ\text{C}$) и изотактического ПП ($M_w = 380000$, $M_w/M_n = 4-5$, $T_{пл} = 172^\circ\text{C}$) в процессе, основанном на экструзии расплава полимера и включающим стадии одноосного растяжения при комнатной и повышенных температурах.

Особенностью исследуемых пористых пленок является наличие развитой рельефной поверхности и сети сквозных каналов. Процесс их получения позволяет варьировать размеры этих каналов путем изменения степени ориентации и температуры термообработки. С ростом степени ориентации пленок происходит увеличение размеров пор и сдвиг их распределения по размерам в сторону больших значений. Это подтверждается данными, полученными методом фильтрационной порометрии, а также ИК- и УФ- спектроскопии. В результате увеличения числа и размеров пор возрастает общая пористость пленок и их проницаемость для жидкостей.

Компьютерный анализ (с помощью двухфазной модели на квадратной решетке) электронно-микроскопических картин поверхности пористых пленок показал, что с ростом степени ориентации увеличивается доля поверхности, занятая порами, и возрастает степень упорядоченности структур, формирующих поверхность [1]. Показано, что параметры пористой структуры оказывают существенное влияние на оптические характеристики композитов, полученных введением жидкокристаллических соединений в пористое пространство пленок [2].

1. Д.В. Новиков, И.С. Курындин, V. Bukošek, Г.К. Ельяшевич. *Физика твердого тела*, 2012.

Т. 54. Вып. 11. С. 2176.

2. A. Bobrovsky, V. Shibaev, G. Elyashevich. *Journal of Materials Chemistry*, 2008. V. 18. P. 691.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проекты № 13-03-00219-а и 13-03-12071-офи-м).

НОВЫЕ ПОДХОДЫ В ИССЛЕДОВАНИИ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ В ДЛИННОЦЕПОЧЕЧНЫХ МОЛЕКУЛЯРНЫХ КРИСТАЛЛАХ

Марихин В.А.^{*}, Егоров В.М.^{*}, Мясникова Л.П.^{*}, Радованова Е.И.^{*}, Волчек Б.З.^{},
Медведева Д.А.^{**}**

^{*} *Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, г. С.-Петербург, Политехническая 26.*

^{**} *Институт высокомолекулярных соединений РАН, г.С.-Петербург, В.О.Большой пр. 31*

e-mail: V.Marikhin@mail.ioffe.ru

Выполнен наиболее полный количественный анализ специфики фазовых переходов (ФП) в гомологических рядах кристаллов нормальных парафинов, спиртов, алканодиолов, моно- и дикарбоновых кислот. Изменением длины метиленовых отрезков варьировали объемную энергию кристаллов. Изменение типа и количества концевых групп влияло на поверхностную энергию кристаллов, особенно, при образовании водородных связей между гидроксильными или карбоксильными группами. Методом ДСК строго доказано отнесение эндо- и экзо-пиков C_p к ФП I рода (структурным, ФП-I) или II рода (переходам порядок – беспорядок, ФП-II); определены истинные значения T_m , температурные интервалы плавления, энтальпии и энтропии ФП. Впервые проведен анализ формы пиков C_p на основании теории Ландау (переходы ФП-II) и теории самосогласованного поля для размытых ФП-I. Показано, что зависимости от длины цепи энтальпии ФП-I могут анализироваться на основе модельной системы, включающей кинетические единицы из метиленовых и концевых групп. Наблюдается уменьшение энтальпий при увеличении размеров концевых групп, что связано с понижением плотности упаковки метиленовых отрезков, вплоть до появления мезофазы, из-за возникновения дефектов, вызванных напряжениями при взаимной укладке объемных концевых групп в межламеллярных прослойках. Для ФП-I впервые определены размеры зародышей новой фазы, возникающей в пределах исходной – они варьируют от 50 нм^3 до 350 нм^3 , т.е. содержат в поперечном сечении десятки – сотни молекул. Выявлена существенная зависимость размеров зародышей от четного - нечетного числа углеродных атомов в цепи и трехкратное увеличение их при возрастании длины метиленовых отрезков в карбоновых кислотах. Методом ИК - спектроскопии исследована кинетика трансформации орторомбической субъединицы в гексагональную в сердечниках ламелей в области ФП-I, образование протяженных последовательностей из водородных связей между концевыми группами, а также возникновение нерегулярных конформеров при нагревании в области между ФП-I и ФП-II.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 13-03-00634.

ЭВОЛЮЦИЯ СТРОЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ НАНОСЛОЁВ ПРИ ОРИЕНТАЦИОННОЙ ВЫТЯЖКЕ КСЕРОГЕЛЕЙ СВЕРХВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНОГО ПОЛИЭТИЛЕНА

**Мясникова Л.П., Бойко Ю.М., Иванькова Е.М*., Лебедев Д.В., Марихин В.А.,
Радованова Е.И.**

*ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН, Политехническая 26, 191124, Санкт-Петербург, E-mail:
liuba.myasnikova@mail.ioffe.ru, *ИВС РАН, Большой пр. В.О. д. 31*

Механические характеристики реальных полимерных изделий гораздо меньше теоретических оценок. Например, теоретический модуль упругости макромолекулы полиэтилена в конформации транс-зигзага составляет 260-300 ГПа, а прочность при комнатной температуре в рамках термофлуктуационной теории Журкова достигает 15-18 ГПа. В то же время, самые прочные высокомодульные волокна на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ), получаемые методом гель-технологии, демонстрируют существенно более низкие значения модуля упругости (130-140 ГПа) и прочности при разрыве (3.0-3.5 ГПа). Одной из причин нереализованности заложенных природой уникальных свойств молекулы полиэтилена, на которую до сих пор не обращали внимания, может быть обогащение дефектами поверхностных слоёв ультраориентированных волокон и плёнок СВМПЭ. А разрушение материала, как известно, начинается именно с поверхности и инициируется поверхностными дефектами. Метод термолюминесценции, использующий высокочастотную низкотемпературную маломощную плазму газового разряда в аргоне для возбуждения поверхностного нанослоя исследуемого материала, позволяет получить уникальную информацию о наличии в нём микрополостей и конформационных дефектов (электронных ловушек). С помощью этого метода проведено исследование эволюции строения поверхностных нанослоёв полимера при ориентационной вытяжке ксерогелей СВМПЭ, полученных из разных растворителей. Определены температуры релаксационных переходов, размеры кинетических единиц движения и энергии активации размораживания их подвижности. Найдено, что эти параметры зависят от типа растворителя. Обсуждается вопрос об их взаимосвязи с механическими свойствами материала. Авторы выражают благодарность за финансовую поддержку Российскому Фонду Фундаментальных исследований (проект 13-03-00634).

НАНОКОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИОЛЕФИНОВ, СИНТЕЗИРОВАННЫЕ МЕТОДОМ *IN SITU* ПОЛИМЕРИЗАЦИИ

Новокшорова Л.А., Бревнов П.Н., Кудинова О.И.

ФГБУН Институт химической физики им. Н.Н.Семенова РАН, ул. Косыгина, 4, 119991

Москва, Россия, E-mail: lnov@chph.ras.ru

Полимерные композиционные материалы на основе полиолефинов, совмещающие в себе свойства полимерных матриц и функциональных наполнителей, находят широкое применение во многих современных промышленных областях. Снижение размера частиц наполнителей до наноуровня позволяет уже при низких степенях наполнения получать композиты с уникальными комплексами новых функциональных свойств, недостижимыми для традиционных наполненных систем. Преодоление агрегации наночастиц наполнителей, обеспечение их диспергирования на наноуровне с равномерным распределением в полимерной матрице композита имеет первостепенное значение для максимальной реализации свойств получаемых композитов. Эффективным методом решения этих проблем является метод полимеризации *in situ*, ранее разработанный нами для получения полиолефиновых композитов с микронными наполнителями.

В работе рассмотрены особенности и возможности полимеризационного метода для встраивания частиц нанодисперсных наполнителей в полиолефиновые матрицы с низким и сверхвысоким содержанием нанонаполнителей. На примере композитов со слоистыми наполнителями (слоистый силикат монтмориллонит, графитовые нанопластины) рассмотрены эффективность метода для эксфолиации и диспергирования на наноуровне частиц таких наполнителей в матрице и достигаемый уровень свойств (механических, барьерных, термостабильности, горючести, электрофизических) при содержании наполнителя 1-6 %об. Возможности метода для получения сверхвысоконаполненных нанокompозитов исследованы на примере композитов на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена и нанодисперсного алюминия (содержание нанонаполнителя до 70 %об.). Материал сочетает теплопроводящие и диэлектрические свойства. Анализируется эффективность применения смеси нано- и микронных частиц в соответствующих пропорциях при создании композитов с заданными свойствами.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты 12-03-01102а, 12-03-90432-Укр-а), ОХНМ -02, ПФИ Президиума РАН №24 П.1.

НАНОЧАСТИЦЫ В ПОЛИМЕРНОЙ МАТРИЦЕ. СОВРЕМЕННЫЙ СТАТУС ПРОБЛЕМЫ

Озерин А.Н.

ИСПМ им. Н.С. Ениколопова РАН, 117393, Москва, ул. Профсоюзная, 70

e-mail: ozerin@ispm.ru

Полимерные композиционные системы, наполненные частицами различной природы, широко используются в современных производствах и технологиях, включая нанотехнологии.

На сегодняшний момент сформулирован ряд требований, которым должны отвечать "эффективные" полимерные наноконпозиционные материалы: сами частицы должны иметь узкое распределение по размерам и не агрегировать вплоть до высоких степеней наполнения полимерной матрицы, характерные размеры частиц и структурных элементов полимерной матрицы должны быть близки по величине, взаимодействие между частицами и матрицей должно быть "оптимальным".

Последнее обстоятельство является наиболее трудным для практической реализации.

Целью данного исследования являлось сравнительное изучение реальной возможности управления морфологией, структурой и свойствами наполненных полимерных композитов при контролируемом введении наночастиц различного строения в структуру композита.

В качестве наполнителей-модификаторов использовали наноалмазы детонационного синтеза, графен, модифицированный нанокремнезем. Матрицами служили полиолефины: полистирол, полипропилен, полиэтилен. Структуру материалов характеризовали методами МУРР, ШУРР, ДСК, СЭМ, ПЭМ, ДСР, методами механических испытаний.

Показано, что наряду с общими проблемами (диспергирование и агрегация наночастиц), которые необходимо решать для всех полимерных композиционных систем, каждая из них характеризуется своей спецификой, связанной с межфазным взаимодействием на границе частица-полимер, индивидуальным для каждой системы. Последнее обстоятельство, в значительной степени, объясняет существенные различия между ожидаемой структурой наноконпозиционных систем, которую предсказывают различные теоретические подходы, и реальной структурой.

Таким образом, наполненный полимерный композит, в котором действительно реализуется модифицирующее действие наночастиц, является, по сути, "штучным товаром".

Работа выполнена при поддержке Программы П-24 Президиума РАН.

ХАРАКТЕРИЗАЦИЯ МОРФОЛОГИИ ПОРИСТЫХ И НАПОЛНЕННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ ОПТИЧЕСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

Пахомов П.М., Хижняк С.Д., Ситникова В.Е.

Тверской государственный университет, 170100, г. Тверь, ул. Желябова, 33,

pavel.pakhomov@mail.ru

В настоящее время известно значительное число методов изучения морфологии полимерных материалов различающихся информативностью, чувствительностью, масштабом и областью применимости. К сожалению, большинство методов используется исключительно при анализе поверхности образца, получить же информацию об устройстве внутренних областей образца значительно сложнее. В связи с этим разработка доступного неразрушающего экспресс-метода анализа морфологии внутренних областей полимера является актуальной задачей.

В данной работе авторами для изучения морфологии «мутных сред» (пористых и наполненных композиционных полимерных материалов) предложен спектроскопический метод. Суть нашего спектроскопического подхода заключается в выделении и анализе компоненты, связанной с ослаблением падающего на образец излучения за счет его рассеяния в оптическом диапазоне длин волн (УФ-, видимый и ИК диапазоны) на порах или частицах наполнителя. После соответствующей обработки спектров рассеяния и поглощения с помощью предлагаемого подхода можно оценить пористость или степень наполнения полимерного материала, распределение рассеивающих частиц (поры или частицы наполнителя) по размерам, анизометрию и ориентацию анизометричных рассеивающих частиц в объеме полимерной матрицы.

Метод был апробирован при изучении различных пористых полимерных материалов: трековых мембран, ксерогелей и др., а также композиционных материалов на основе различных полимеров с различными типами наполнителей.

В ходе проведенных исследований установлено, что оптические спектры пористых и наполненных полимерных материалов несут в себе ценную информацию о морфологии объекта. Полученные сведения о строении анализируемых материалов нашли свое подтверждение при их анализе независимыми методами оптической и электронной микроскопии.

ОСОБЕННОСТИ СИНТЕЗА НАНОЧАСТИЦ МЕТАЛЛОВ В ЭЛАСТОМЕРНЫХ МАТРИЦАХ

Новаков И.А.¹, Каблов В.Ф.¹, Петрюк И.П.², Михайлюк А.Е.²,

Сахарова Н.А.¹, Белкина С.А.¹

¹*Волгоградский государственный технический университет,*

400005, Волгоград, пр. Ленина, 28

²*Южный научный центр РАН, 344006, Ростов-на-Дону, пр. Чехова, 41*

lppm@vstu.ru

Одним из актуальных направлений современной полимерной химии является модифицирование уже известных полимеров и получение композиционных материалов на их основе. Регулирование структуры эластомерных композиций позволяет управлять свойствами резин и повышать их надежность в экстремальных состояниях и режимах эксплуатации. Перспективным способом решения этой задачи может стать модифицирование эластомерных композитов наночастицами металлов. Поэтому целью работы являлось получение новых композиционных материалов на основе эластомеров, содержащих наноразмерные частицы металлов переменной валентности, а также исследование их строения и состава.

Показаны особенности синтеза высокодисперсных частиц меди в этиленпропиленовом сополимере в условиях высоких сдвиговых деформаций. Выявлено, что при образовании наночастиц в эластомерной матрице происходит значительное увеличение температуры разложения прекурсора. Методами РСА и СЭМ установлено, что при распаде дигидрата формиата меди в матрице этиленпропилендиенового каучука образуются изолированные друг от друга наночастицы меди, по форме сферические или близкие к сферической, имеющие широкое распределение по размерам со средним диаметром 72,3 нм.

Показана возможность разработки резин со специальными свойствами и улучшенными эксплуатационными характеристиками на основе эластомерных матриц модифицированных высокодисперсными частицами металлов переменной валентности; предложены варианты базовых составов эластомерных композиций на основе модифицированных полимерных матриц.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, соглашение 14.В37.21.0798.

СПЕКТРОСКОПИЯ КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ СВЕТА ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

**Прохоров К.А.¹, Сагитова Е.А.¹, Николаева Г.Ю.¹, Пашинин П.П.¹, Завгороднев Ю.В.^{1,2},
Ушакова Т.М.³, Новокшенова Л.А.³, Старчак Е.Е.³, Недорезова П.М.³, Клямкина А.Н.³,
Герасин В.А.⁴, Гусева М.А.⁴, Антипов Е.М.⁴**

¹*Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН,
ул. Вавилова 38, 119991 Москва, cyrpro@gpi.ru*

²*МАТИ - Российский государственный технологический университет им. К.Э. Циолковского,
ул. Оршанская 3, 121552, Москва*

³*Институт химической физики им. Н.Н. Семенова РАН, ул. Косыгина 4, 119991 Москва*

⁴*Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН,
Ленинский пр. 29, 119991 Москва*

В работе представлены результаты исследований методом спектроскопии комбинационного рассеяния (КР) света широкого ряда полимерных материалов, среди которых полиэтилен (ПЭ), полипропилен (ПП), наноккомпозиты на основе этих полимеров и важных для практических применений наполнителей, таких как слоистые алюмосиликаты и нанопластины графита, а так же статистические сополимеры этилена и сополимеры пропилена с олефинами, реакторные композиции и смеси на основе ПЭ и ПП, поливинилхлорид (ПВХ).

Показано, что спектроскопия КР является мощным инструментом количественного анализа структуры полимерных материалов, в том числе химического и фазового состава, конфигурационного и конформационного порядка, ориентации макромолекул в кристаллической и аморфной фазах, степени диспергирования наполнителя в полимере.

Регистрация резонансно усиленных линий КР сопряженных полиенов, возникающих вследствие дегидрохлорирования ПВХ, позволяет эффективно диагностировать термодеструкцию этого полимера.

На основе анализа спектров КР определены закономерности, связывающие между собой способы синтеза и обработки со структурными характеристиками и физико-химическими свойствами исследуемых материалов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (12-02-00238-а).

СИНТЕЗ И СВОЙСТВА НАНОКОМПОЗИТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ «ЗЕЛЕННОЙ ХИМИИ»

**Саид-Галиев Э.Е.¹, Краснов А.П.¹, Кештов М.Л.¹, Николаев А.Ю.¹, Волков И.О.¹,
Наумкин А.В.¹, Хохлов А.Р.¹, Бакулева Н.П.², Штыкова Э.В.³, Дембо К.А.³**

*Федеральное государственное бюджетное учреждение Российской Академии наук
Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН, 119991 Москва, ул.
Вавилова, 28*

² *Федеральное государственное бюджетное Учреждение Российской Академии
Медицинских Наук Научный Центр сердечно-сосудистой хирургии им. А. Н. Бакулева РАМН,
121552 Москва, Рублевское шоссе, 135*

³ *Федеральное государственное бюджетное учреждение Российской Академии наук
Институт Кристаллографии им.А.В. Шубникова РАН, Ленинский просп. 59, Москва,
119333, Россия ; E-mail: ernest@ineos.ac.ru*

Описаны методы получения полимерных и неорганических (на карбоновых и металлооксидных носителях) нанометаллокомпозитов в сверхкритическом диоксиде углерода, преимущества СК CO₂ перед органическими растворителями и водой в этом процессе. Приведены примеры использования сверхкритических нанотехнологий для получения эффективных антифрикционных безызносных материалов, катализаторов катода метанольных топливных элементов, пористых полимеров для эндопротезирования

человеческого организма, биметаллических катализаторов Au-Pt/ γ -Al₂O₃ для исчерпывающего окисления CO в CO₂. Изложены принципы и достижения в получении нанопористых материалов с супернизкой диэлектрической константой ($\epsilon < 2$). Описаны синтез и бактерицидные свойства препаратов на основе хитозана, импрегнированного прекурсорами серебра и меди в СК CO₂ с последующим восстановлением металла.

В работе сделаны выводы о том, что сверхкритический диоксид углерода является эффективным и экологически чистым растворителем, порообразователем и транспортной средой для создания металлополимерных, металлоуглеродных и металлооксидных нанокompозитов и нанопористых полимерных систем, которые могут быть использованы во многих областях науки и техники.

Авторы благодарят за финансовую поддержку Президиум РАН (программа П-24) и ОХНМ РАН (программы ОХ-6, ОХ-4, ОХ-7).

МОЛЕКУЛЯРНАЯ СТРУКТУРА ЛИПКИХ ПОЛИМЕРОВ И СОЗДАНИЕ НОВЫХ АДГЕЗИВОВ НА ОСНОВЕ ИНТЕРПОЛИМЕРНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Фельдштейн М.М., Хохлов А.Р.

Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН,

ООО «Инновационные полимерные адгезивы» (ИНПОЛИА)

Москва 119991, ул. Вавилова д. 28, mfeld@ineos.ac.ru

Впервые показано, что липкие полимерные материалы, или чувствительные к давлению адгезивы (ЧДА), сочетают два, как правило, взаимоисключающих свойства: высокую энергию межмолекулярной когезии, и обширный свободный объем (незанятое пространство между макромолекулами). Этими свойствами в полной мере обладают водородно-связанные самособирающиеся стехиометрические комплексы высокомолекулярных полимеров с олигомерными телехеликами, несущими реакционно-способные группы на противоположных концах цепи, а также нестехиометрические интерполимерные, в частности, полиэлектролитные комплексы. Адгезионные и механические свойства таких комплексов можно целенаправленно регулировать изменением состава полимерной смеси, тогда как их влагоабсорбирующая способность целиком определяется гидрофильностью исходных полимеров. Круг комплементарных полимеров, пригодных для использования в качестве компонентов новых ЧДА столь широк, что можно уверенно говорить о начале новой отрасли промышленности адгезионных материалов с доселе недостижимыми функциональными свойствами. В частности, впервые созданы «умные» адгезивы, уже нашедшие широкое применение в различных областях промышленности и в медицине: адгезионные абсорбенты влаги, биоадгезивы с избирательной адгезией к различным тканям организма, термопереключаемые, электропроводящие и электрохромные адгезивы, обратимо меняющие свойства и цвет при приложении электрического поля, а также гибридные адгезивы на основе белков, сочетающие реологический и биологический механизмы адгезии.

МЕЗО/МАКРОПОРИСТЫЕ СИЛИКАТЫ, СИНТЕЗИРУЕМЫЕ ТЕМПЛАТНО НА БЛОЧНЫХ СОПОЛИМЕРАХ

Щипунов Ю.А.

Институт химии ДВО РАН 690022 г. Владивосток YAS@ich.dvo.ru

Мезопористые силикатные материалы с регулярной структурой, имеющие высокоразвитую поверхностную площадь, представляют большой интерес для создания различных функциональных материалов, однако, их эффективное применение ограничивает плохая доступность большей части наноразмерных пор. Один из подходов к решению проблемы заключается в формировании бимодальных иерархически структурированных материалов, в которых подвод/отвод веществ к мезопорам осуществляется по макропорам. Их синтез проводится в режиме фазового расслоения с использованием темплатов, образованных поверхностно-активными веществами или блочными сополимерами. В докладе рассматривается новый метод получения бимодальных материалов на основе SBA-15. Регулирование иерархической структуры проводится смесью двух прекурсоров. Один из них, тетракис(2-гидроксиэтил)ортосиликат, характеризуется хорошей совместимостью с триблоксополимером P123. Он не вызывает структурных перестроек гексагональной жидкокристаллической матрицы, позволяя получить мезопористые материалы с регулярной структурой [1]. Второй прекурсор, содержащий метильную группу, приводит к фазовому переходу. Установлено, что изменение соотношения концентраций двух прекурсоров в смеси сказывается на характере фазового расслоения, механизм которого может меняться от спинодального к бимодальному. Это обуславливает формирование бимодальных материалов с различной иерархической структурой, охарактеризованных с помощью просвечивающей электронной микроскопии высокого разрешения, сканирующей электронной микроскопии и малоуглового рентгеновского рассеяния.

1. Постнова И. В., Chen L.-J., Щипунов Ю. А. Коллоидн. Ж. Т. 75. С. 255. 2013.

МОДИФИЦИРОВАННЫЕ НАНОЧАСТИЦАМИ ПОЛИМЕРНЫЕ ВОЛОКНА: ПОЛУЧЕНИЕ, СТРУКТУРА И СВОЙСТВА

Юдин В.Е., Добровольская И.П., Москалюк О.А., Иванькова Е.М., Дресвянина Е.Н.

ФГБУН Институт высокомолекулярных соединений РАН

199004 Санкт Петербург, ВО Большой проспект, 31. e-mail: yudin@hq.macro.ru

В последнее время на целом ряде полимеров показано, что введение наночастиц различного химического строения и формы (плоские частицы, трубки, волокна, диски, и др.) позволяет заметно повысить механические характеристики композита, тепло- и термостойкость, модифицировать транспортные свойства и др. Для таких систем может не выполняться принцип аддитивности и введение небольшого количества наночастиц в полимерную матрицу позволяет получить принципиально новые свойства композита, не присущие ни матрице в чистом виде, ни наполнителю. Несмотря на значительные успехи в разработке новых материалов на базе полимерных нанокомпозитов, многие фундаментальные вопросы в данной области до сих пор остаются открытыми. Так, одним из ключевых, до сих пор нерешенных вопросов в науке о нанокомпозитах, является молекулярный механизм армирования полимерной матрицы. Понимание этого механизма позволит с высокой точностью предсказывать, как микроструктура полимерного нанокомпозита (размер и концентрация наночастиц, тип полимерной матрицы и т.д.) влияет на макроскопические механические свойства материала, а значит – позволит контролировать изменение различных характеристик полимерного материала путем введения в него наполнителя.

Особый интерес с этой точки зрения представляют волокнообразующие полимеры, возможность модификации которых небольшим количеством наночастиц может существенно улучшить их механические (прочность на разрыв, модуль упругости) свойства, а также придать им новый комплекс физических свойств (электропроводность, влагостойкость и т.д.). В частности, для сформировавшегося в последние годы нового направления биотехнологии - клеточной трансплантологии и тканевой инженерии применение наночастиц для контроля механических свойств полимерных матриц, например в виде волокон, делает поведение таких тканевых конструкций более управляемым и предсказуемым. В лекции будут рассмотрены различные подходы для прогнозирования механического поведения полимерных волокон, модифицированных наночастицами, и результаты расчётов будут сопоставлены с результатами экспериментов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 13-03-00748-а).

КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИАНИЛИНА (ПАН) И УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК(УНТ). ПОЛУЧЕНИЕ, ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ И ПРОВОДЯЩИЕ СВОЙСТВА

Абаляева В.В., Богатыренко В.Р., Вершинин Н.Н., Ефимов О.Н.

Институт Проблем химической физики РАН. Черноголовка, пр.Семенова 1 avva@icp.ac.ru

Создание композитов на основе УНТ и ПАН позволяют объединить в одном материале достоинства, которыми обладают оба компонента композитного материала. В электролитических конденсаторах высокая емкость, характерная для ПАН, дополняется хорошей проводимостью за счет УНТ, что позволяет обеспечить значительную скорость электродного процесса. Другой эффект, которого можно ожидать от введения УНТ, заключается в увеличении числа зарядо-разрядных циклов. УНТ создают высокопроводящий каркас в объеме полимерной матрицы и обеспечивают эффективный токоотвод в отличие от чистого ПАН, который имеет значительное сопротивление. Одновременно увеличивается механическая прочность и, соответственно, снижается влияние механических напряжений вследствие набухания полимера при заряде (допировании) и сжатии при разряде (дедопировании). Методы приготовления композитов из УНТ и проводящих полимеров можно разделить на две группы: образование композита во время синтеза полимера в присутствии УНТ и простое смешение полимера и УНТ. К первой группе относятся способы образования композита в процессе химического и электрохимического синтезов в присутствии различных окислителей и УНТ.

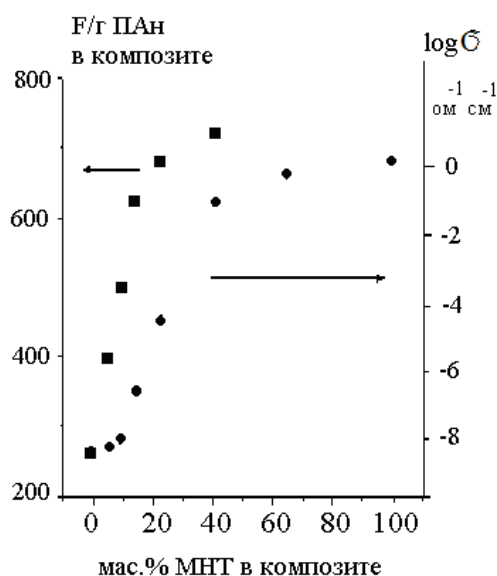


Рис. Зависимость удельной емкости ПАН в композитных материалах от состава композита и проводимость композитных образцов с различным содержанием в них ПАН. и МНТ

Кривая проводимости практически воспроизводит кривую емкости образцов с различным содержанием МНТ. . Наблюдается тот же диапазон критических изменений в проводимости, который по данным этого графика лежит в пределах 5-30 мас.% МНТ в композите.

КАРБОНИЗАЦИЯ ВОЛОКОН НА ОСНОВЕ ПОЛИАКРИЛОНИТРИЛА. ПОДХОДЫ К ТЕРМООБРАБОТКЕ ПРЕКУРСОРОВ РАЗЛИЧНОГО СОСТАВА

Беркович А.К., Чеботаева Г.С., Скворцов И.Ю., Сергеев В.Г.

*Московский Государственный Университет имени М.В.Ломоносова, Химический факультет
119991, Москва, Ленинские горы д.1, стр.3, annber@yandex.ru*

Получение углеродного волокна долгий многостадийный процесс, начинающийся выбором исходного полимера и вводимых в него добавок, способом формования волокна-прекурсора и продолжающийся каскадом термоактивируемых превращений. Очевидно, что каждый из этапов вносит свой значительный вклад в свойства конечного углеродного волокна, однако в рамках данной работы внимание было сконцентрировано на выборе условий (температурного режима, нагрузки и времени обработки) двух первых стадий термообработки: термоокислительной стабилизации и карбонизации. Объектами исследования были выбраны модельные образцы волокон на основе гомо- и сополимеров полиакрилонитрила, полученные методом «мокрого» формования из растворов в диметилсульфоксиде.

Было показано, что некоторые основные закономерности применимы для всех волокон независимо от их химического состава, так подавление усадки волокна на стадии термоокислительной стабилизации приводит к упрочнению будущего углеродного волокна, в то время как плавное снижение натяжения в процессе карбонизации в инертной атмосфере, предварительно стабилизированного волокна, позволяет избежать выгорания и охрупчивания. В то же время в зависимости от химической природы, а следовательно и реакционной способности прекурсора, оптимальные температурные режимы могут существенно различаться.

КАТАЛИЗ ТЕРМОДЕСТРУКЦИИ ПОЛИКАРБОНАТОВ НАНОЧАСТИЦАМИ СЕРЕБРА

Волкова Н.Н., Богданова Л.М., Кузуб Л.И.

Институт проблем химической физики Российской академии наук

142432, Черноголовка Московской обл., проспект Ак. Семенова, 1. E-mail: bogda@i@icp.ac.ru

Исследованы кинетические закономерности термической деструкции поликарбонатных (ПК) пленок, наполненных частицами серебра разного размера. Пленки нанокомпозитов получали методом полива растворов поликарбоната в CH_2Cl_2 , содержащих AgNO_3 и NaBH_4 в качестве восстановителя, с последующим испарением растворителя. Содержание серебра в плёнках составляло 0.02-0.20% масс. Деструкцию проводили при остаточном давлении 1.3 Па при температурах 300 - 450°. В видимой области света анализировали пики поверхностного плазмонного резонанса (ППР), возникающего в пленках, содержащих наночастицы серебра. Наличие пиков ППР в области длин волн 350-730 нм (рис.1) свидетельствует о присутствии в пленках частиц серебра размером от 10 до 200 нм. Методом СЭМ определены форма и размеры частиц наполнителя.

Показано, что скорость деструкции нанокомпозитов значительно превышает скорость разложения ненаполненного поликарбоната (рис.2). Каталитическая активность частиц серебра, имеющих форму бипирамид и размер 100 – 200 нм, относительно мала (рис. 2, кривая 4). Наибольшей каталитической активностью обладают сферические частицы серебра размером менее 40 нм, в их присутствии скорость деструкции пленок ПК возрастает в 48 раз.

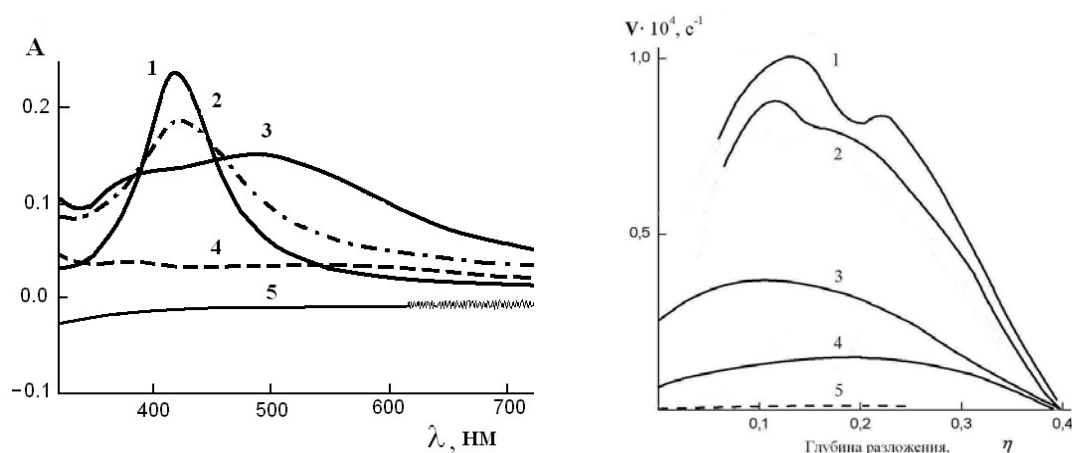


Рис. 1. Спектры ППР пленок ПК с частицами серебра размером $d < 40$ нм (1 и 2); размером $d > 40$ нм (3 и 4); ненаполненной пленки ПК (5).

Рис. 2. Скорость деструкции нанокомпозитов с частицами серебра с $d < 40$ нм (1 и 2) и с $d > 40$ нм (3 и 4); ненаполненной пленки ПК (5). Температура 327°.

КОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ ХИТИНА И ПОЛИАКРИЛОВОЙ КИСЛОТЫ: ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА

Богданова О.И.^{1,2,*}, Поляков Д.К.^{1,2}, Чвалун С.Н.^{1,2}

¹*Институт синтетических полимерных материалов РАН, г. Москва, ул. Профсоюзная, д.70*

²*Научно-исследовательский центр «Курчатовский институт», г. Москва, пл. Академика
Курчатова, д. 1*

**e-mail: pishi.olge@gmail.com*

Хитин является одним из перспективных наполнителей для нанокомпозитов, так как обладает комплексом уникальных физико-химических свойств. Фибриллы полисахарида обладают большим характеристическим отношением длины к диаметру, что обеспечивает выполнение полисахаридом опорных функций. Однако их извлечение и диспергирование существенно снижает характеристическое отношение фибрилл, так как эти процессы сопряжены с частичным гидролизом или деацетилированием хитина.

Разработан метод получения биоразлагаемых нанокомпозитов на основе полиакриловой кислоты и β -хитина, состоящего из фибрилл, включенного в полимерную матрицу с различным содержанием полисахарида. Метод основан на проведении *in situ* полимеризации в предварительно эксфолированном хитине. Эксфолиация проводится в водном растворе акриловой кислоты с концентрацией 1 г/л.

Методом рентгеновской дифракции проведены структурные исследования превращений на каждой стадии получения композитов: депротеинирования, набухание в воде и полимеризация. Методами атомно-силовой микроскопии и просвечивающей электронной микроскопии определены линейные размеры и вычислено характеристическое отношение фибрилл хитина.

Термомеханические свойства композитов были исследованы методом ДМА. Анализ полученных на основе хитина и полиакриловой кислоты композитов показывает, что материалы имеют более высокий модуль упругости при температурах выше температуры стеклования полиакриловой кислоты и выдерживают нагревание до 250°C.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ № 12-03-31545 и 12-03-31449

ФУНКЦИОНАЛИЗАЦИЯ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРАЛОВ ДОБАВКАМИ НЕИОННЫХ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

Богданова С.А., Эбель А.О., Саутина Н.В., Барабанов В.П.

*ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»,
420015, Россия, г. Казань, ул. Карла Маркса, 68, polyswet@mail.ru*

Перспективными добавками для направленного регулирования межфазных процессов в производстве, переработке и функционализации гетерогенных полимерных материалов являются неионные ПАВ. Они могут быть введены в жидкие олигомеры и расплавы на стадии синтеза (внутренняя функционализация) или нанесены на поверхность полимеров из растворов (внешняя функционализация). Особый интерес вызывает использование неионных ПАВ – производных оксида этилена в связи с универсальностью и эффективностью их действия, термостойкостью, нетоксичностью, возможностью варьирования амфифильности в широких пределах. Однако, ряд принципиальных вопросов остается невыясненными – в первую очередь это касается взаимосвязи структуры веществ, проявляющих поверхностную активность, и энергетических параметров поверхностного слоя полимеров и олигомеров.

Исследовалось более 50 поверхностно-активных соединений– оксиэтилированные производные алкилфенолов, высших жирных кислот, спиртов, аминов и имидов, кремнийорганические ПАВ, блоксополимеры оксидов этилена и пропилена, поверхностно-активные полиэлектролиты. Эпоксидные смолы и простые трехфункциональные олигоэфиры Лапролы использовались в качестве жидких олигомерных систем. Установлена взаимосвязь между природой углеводородного радикала, увеличением полярной цепи, поверхностной активностью неионных ПАВ в олигомерах и функционализацией поверхностных и объемных свойств отвержденных эпоксидных композиций и пенополиуретанов. Найдены условия получения и использования эффективных синергических смесей ПАВ.

Найдены оптимальные соотношения между поверхностными энергетическими характеристиками, параметрами кислотности широкого ряда полимеров и коллоидно-химическими свойствами водных растворов ПАВ в процессах смачивания, антистатической обработки и модификации поверхности. Полученные результаты были использованы для разработки коллоидно-химических основ управления межфазными явлениями в полимерных композиционных материалах, синтетических латексах, покрытиях, резиновых смесях и вулканизатах, газонаполненных полимерах.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ И ТЕРМОДЕСТРУКЦИИ НАНОКОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИЭТИЛЕНА И НАНОПЛАСТИН ГРАФИТА

Бревнов П.Н., Крашенинников В.Г., Ломакин С.М., Новокшонов Л.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химической физики им. Н.Н. Семенова РАН, 119991, Москва, ул. Косыгина, 4, e-mail: pbrevnov@rambler.ru

Нанокпозиционные материалы на основе полиэтилена и нанопластин графита (НПГ) синтезировали методом полимеризационного наполнения (полимеризация *in situ*).

ДСК исследование показало, что введение НПГ практически не влияет на температуру плавления и степень кристалличности ПЭ матрицы. Температура кристаллизации ПЭ растет с увеличением степени наполнения. При этом на кривых кристаллизации композитов появляется второй пик, соответствующий кристаллизации приповерхностного ПЭ. С увеличением степени наполнения доля приповерхностного ПЭ увеличивается и соответствующий пик становится более выраженным.

Термогравиметрический анализ показал, что синтезированные нанокпозиции ПЭ-НПГ характеризуются заметным повышением термостабильности при термодеструкции в инертной среде по сравнению с ненаполненным ПЭ. Причем термостабильность композитов повышается с увеличением степени наполнения до 3 масс. % и не меняется при дальнейшем повышении содержания НПГ. СЭМ исследование показало, что на поверхности образца нанокпозиата образуется плотный слой из нанопластин, способный препятствовать испарению продуктов термодеструкции.

В условиях термоокислительной деструкции на воздухе термостабильность нанокпозиитов растет с повышением степени наполнения до 11-13 масс.%. Дальнейшее повышение степени наполнения приводит к снижению термостабильности композитов, при этом резко возрастает скорость радикально-цепного процесса на первой стадии термодеструкции. В то же время, исследование кинетики поглощения кислорода при 160°C показало, что увеличение содержания НПГ в композите приводит в заметному повышению периода индукции термоокисления и снижению скорости поглощения кислорода. В докладе обсуждаются причины наблюдающихся эффектов.

Исследование на кон-калориметре показало снижение горючести синтезированных материалов.

Работа выполняется при финансовой поддержке ПФИ Президиума РАН № 24.1

ПРОИЗВОДСТВО БУТАДИЕН-СТИРОЛЬНЫХ КАУЧУКОВ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ. ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Гусев Ю.К., Блинов Е.В., Папков В.Н., Глуховской В.С.

Воронежский филиал ФГУП «НИИСК» им. акад. С.В.Лебедева. vfniisk2007@yandex.ru

Бутадиен-стирольные каучуки являются самым массовым типом синтетических каучуков. Объём их мирового потребления составляет ~ 40 % от всего выпуска СК и сопоставим с объёмом потребления натурального каучука.

Производятся бутадиен-стирольные каучуки (БСК) двух видов: каучуки эмульсионной полимеризации (ЭБСК) ~ 5 млн. т. в год и растворной полимеризации (РБСК) ~ 1,0 млн. т. в год. В РФ - соответственно 230 и ~ 15 тыс. т. в год. Темпы роста производства РБСК существенно выше, особенно в последнее десятилетие, когда этот каучук шинная промышленность стала активно использовать для производства нового поколения шин, производимых по, так называемой, технологии «зелёной» шины.

Исторически РБСК возник как конкурент ЭБСК, отличающийся лучшими экологическими характеристиками (сброс сточных вод с производства РБСК – до 10 м³/т, а ЭБСК – до 30 м³/т каучука), более узким молекулярно-массовым распределением (у РБСК $M_w/M_n \cong 2,0$, у ЭБСК = 2,9 – 5,0). В дальнейшем приоритеты изменились: у ЭБСК удалось снизить объём сточной воды до 10 м³/т, а у РБСК, при использовании новых иницирующих систем, расширились возможности регулирования микроструктуры и, при использовании в качестве наполнителя «белой» сажи, удалось заметно снизить гистерезисные потери в шинных резинах.

Сегодня оба класса полимеров устойчиво занимают свои ниши потребления, и их объём производства только увеличивается.

Основные проблемы при их производстве связаны с экологией:

- утилизация газовых выбросов, образующихся при сушке,
- извлечение из сточных вод РБСК солей лития и исключение (или замена) биологически неразлагаемых лейканола и трилона Б в производстве ЭБСК.

Перспективы совершенствования качества каучуков обусловлены для ЭБСК – созданием ассортимента модифицированных каучуков, для РБСК – поиском новых иницирующих систем для управления заданной микроструктурой макромолекул.

ДЕФОРМАЦИОННАЯ АНИЗОТРОПИЯ ФАЗОВОЙ МИКРОСТРУКТУРЫ ПОЛИМЕРНЫХ МАТРИЦ ПРИ СИЛОВОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

Деев И.С., Белов П.А., Кобец Л.П.

*ФГУП "Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных
материалов" ГНЦ РФ, РОССИЯ, г. МОСКВА, ул. Радио, 17
e-mail: deevis@viam.ru*

Методом сканирующей электронной микроскопии высокого разрешения изучена фазовая микроструктура поверхности разрушения матриц полимерных композитов. Результаты исследований базируются на предложенной ранее гипотезе строения термореактивных полимеров, согласно которой они образованы изотропной легко деформируемой дисперсионной средой, «наполненной» частицами дисперсной фазы. Показано, что под действием механического нагружения композита происходит перестройка структуры матрицы. При воздействии нормальных напряжений наблюдается либо процесс дезагрегации ассоциатов частиц вплоть до первичных коллоидных ультрадисперсного размера, либо уплотнение их ассоциатов. Если действуют преимущественно касательные напряжения, происходит сдвиговая перестройка дисперсных частиц или превращение их в одноосно ориентированные нитевидные структуры.

Обнаружено, что термореактивные полимерные матрицы после разрушения обладают структурами, в которых наблюдается частичный или полный распад исходных ассоциатов частиц дисперсной фазы с образованием структур линейного типа. Фрактографические исследования эпоксидных угле -, стекло - и органопластиков при изгибе, межслойном сдвиге, сжатии и нормальном отрыве показали, что разрушение матриц во многих случаях сопровождается деформационными процессами «торсионного» (ротационного) типа, связанными с взаимным разворотом объемов материала («торсионов»). Под «торсионом» (франц. «torsion») авторы понимают локальную область вращения, возникающую в нагруженном полимере или матрице композита при больших градиентах деформации.

Из различных моделей, описывающих деформирование стеклообразных полимеров, авторы отдают предпочтение модели, основанной на современной теории дефектных сред, которая способна предсказывать образование и разрушение таких фрагментов, как «торсионы».

ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОПОЛИМЕРОВ ВИНИЛИДЕНФТОРИДА И ГЕКСАФТОРПРОПИЛЕНА

Емельянов Г.А., Чернявский Г.Г., Родин В.М., Пурцеладзе В.И.

ФГУП «НИИСК», 198035, Санкт-Петербург, ул. Гапсальская, д. 1

emelianovgennadiy@yandex.ru

На сегодняшний день в различных отраслях промышленности все больше возрастает потребность в материалах, обладающими экстремальными свойствами в отношении стойкости к агрессивным средам в широком диапазоне рабочих температур. Создание эффективных конструкционных и вспомогательных материалов, в том числе полимерных, обладающих стойкостью к физическим и химическим воздействиям, ионизирующему излучению, является важнейшей задачей научно-промышленной отрасли России.

В рамках настоящей работы были разработаны новые защитные покрытия на основе сополимеров винилиденфторида (ВДФ) и гексафторпропилена (ГФП), синтезированных раствором методом. По сравнению с аналогичными высокомолекулярными сополимерами, типа СКФ-26 или Viton A®, полученные высокотекучие (низкомолекулярные) сополимеры обладают лучшей технологичностью – способны обрабатываться и применяться в отсутствии растворителя или с его незначительным содержанием, а также обладают пониженной температурой стеклования, что расширяет области их применения.

Разработана рецептура приготовления покрытия, которая предполагает смешение низкомолекулярных и высокомолекулярных сополимеров. Исследование влияния состава покрытий на его микроструктуру показало, что при изменении соотношения сополимеров различных молекулярных масс происходит инверсия фаз.

Применение такого рода покрытий на радиационно-опасных объектах предполагает их высокую дезактивируемость. Измерение коэффициента дезактивации показало, что покрытия на основе низкомолекулярных ВДФ и ГФП превосходят применяемые на настоящее более чем в 15 раз. При этом покрытия обладают высокой стойкостью к агрессивным средам, маслам, бензину, атмосферным воздействиям в широком температурном интервале.

Работа проводится в рамках сотрудничества с ФГУП «РосРАО», договор 1712Н/2514Н по теме: «Возможность комплексного применения продукции на основе каучуков и латексов для решения задач обеспечения радиационной безопасности при обращении с РАО».

СИНТЕЗ И СВОЙСТВА МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ИК НАГРЕВА

Козлов В.В., Озкан С.Ж.

Институт нефтехимического синтеза им А.В.Топчиева РАН, 119912, Москва, Ленинский пр., 29, e-mail: kozlov@ips.ac.ru

Синтез металлополимерных наноконпозитов под действием ИК нагрева является экономически эффективным методом благодаря синергетическому эффекту воздействия ИК-нагрева и принципу самоорганизации образования наноконпозитов с новыми свойствами, используемых для разработки сенсоров, катализаторов и электромагнитных экранов.

Синтез металлополимерных конпозитов на основе поливинилового спирта (ПВС), полиэтилентерефталата (ПЭТФ), полиакрилонитрила (ПАН), полидифениламина (ПДФА) и наночастиц металлов Cu, Fe, Co, Ni, Ag, FeNi₃ с размером от 1 до 30 нм осуществляли с помощью ИК нагрева в вакууме ($P=10^{-2}$ мм.рт.ст).

Согласно значениям температур и энергий активации превращений термостойкость полимеров возрастает в ряду ПАН, ПВС, ПЭТФ. Процессы превращений в полимерах лимитирует кинетическая стадия, которая характеризуется высокой подвижностью сегментов макромолекул. Установлено с помощью ИК спектроскопии, что металлы образуют с функциональными группами полимеров (-NH, -OH, -CN) донорно-акцепторные комплексы за счет взаимодействия d-орбиталей переходных металлов.

По данным масс-спектроскопии продуктов ИК нагрева полимеров при ИК нагреве обнаружен H₂ ($m/z=2$) как результат реакции дегидрирования ПАН, ПВС, ПЭТФ и ПДФА. Согласно термодинамическим расчетам и данным рентгенофазового анализа, просвечивающей электронной микроскопии, рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии при термической обработке рассматриваемой гетерогенной системы формируется наноконпозиты, содержащие наночастицы Me (Cu, Fe, Co, Ni, Ag и FeNi₃), диспергированные в структурированной полимерной матрице.

Использованием полуэмпирической квантово-химической расчетной схемы MNDO для структуры термообработанного ПАН установлено, что увеличение содержания N и H приводит к уменьшению энергии связи ($E_{св}$); и увеличению разности между максимальными и минимальными значениями длины связи (Δl), валентного угла ($\Delta \Theta$) и локального заряда (Δq), и способствует искривлению структуры. Результаты квантово-химического моделирования подтверждены с помощью данных элементного анализа.

ФРИКЦИОННАЯ МИКРОСКОПИЯ И МИКРОМЕХАНИКА ПОЛИМЕРОВ И КОМПОЗИТОВ

Котомин С.В.^а, Ежов А.А.^а, Яриков Д.^б

^а *Институт Нефтехимического синтеза РАН, Москва, 119991 Россия, Ленинский проспект, 29. email rheopolymer@mail.ru*

^б *Department of Chemical Engineering, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA, USA*

Атомно-силовая микроскопия является современным эффективным методом исследования свойств полимеров. Одним из новых вариантов использования АСМ для этих целей является фрикционная микроскопия. Данный метод позволяет с высоким разрешением исследовать трибологические и микромеханические характеристики покрытий и микрочастиц, что особенно важно в случае полимерных нанокомпозитов. В сути метода лежит анализ фрикционной петли, характеризующей изменение латеральной (горизонтальной) составляющей силы, действующей на зонд при его возвратно-поступательном движении по поверхности образца. Гистерезис сигнала, поступающего в этих условиях от зонда, характеризует силу трения, которая не зависит от топографии поверхности, и может быть проанализирована одновременно с традиционным изучением топографии. Исследований фрикционной микроскопией полимерных композитов до настоящего времени известно очень мало.

В настоящей работе механические и фрикционные характеристики ПС, ПММА и нанокомпозитов на основе ПС матрицы и монтмориллонита изучены с помощью атомно-силовых микроскопов МДТ и Asylum MPF 3D. Сила трения рассчитывалась по площади фрикционной петли. Микромеханические испытания свидетельствуют о снижении модуля и микротвердости нанокомпозита по сравнению с исходным полимером с минимальным значением этих показателей при содержании наполнителя 1-3%, в тоже время при данном содержании монтмориллонита для модуля упругости на растяжении наблюдается рост и локальный максимум. Полученные данные свидетельствуют о наличии анизотропии коэффициента трения поверхности нанокомпозита и его значительной зависимости от содержания наполнителя. Максимальное значение коэффициента трения достигается также при наполнении 1-3%. Значение коэффициента трения ПС и ПММА и его изменение в нанокомпозите с ростом содержания наполнителя, определенные методом фрикционной микроскопии с зондом из нитрида кремния, коррелируют с изменением коэффициента трения материала в условиях макротрения по контртелу из стали.

Различие в изменении модулей по данным микро- и микромеханики композита отражает анизотропный характер наполнителя и его ориентацию в образце. Экстремальная зависимость коэффициента трения от содержания наполнителя связана с изменением степени интерколяции полимера в слоистом силикате. Работа на отечественном АСМ типа МДТ требует оптимизации программного обеспечения для использования данного метода.

Литература:

1. С.В. Котомин, И-Та Чанг, Э.Санкактар, Д.Яриков. Механика композитных материалов, 2013, 6 (в печати)
2. Дедков Г.В. Успехи физ.наук 2000 Т. 170, №6 С. 585-618.

СМЕСЕВЫЕ КОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ ПОЛИЛАКТИДА И ПОЛИАМИДА-6

Кузнецова Я.А., Чвалун С.Н., Щербина М.А., Мещанкина М.Ю.

МИТХТ им. М.В.Ломоносова, Россия, г. Москва, проспект Вернадского д.86,

kuzka0108@yandex.ru

В мире постоянно появляются новые материалы, значительную часть которых составляют композиционные материалы на полимерной основе. В таких системах основной компонент образует матрицу, которая обеспечивает распределение нагрузки, а добавочное вещество (армирующая часть) отвечает за прочность композита. Данные материалы имеют ряд ценных свойств для различных отраслей промышленности.

На сегодняшний день остро стоит вопрос об утилизации полимерных отходов, объемы которых продолжают стремительно расти. Из всех предложенных способов утилизации или переработки полимеров ни один не отвечает требованиям современного общества, большая часть из них не решает проблему, а просто откладывает ее для следующих поколений, другие либо не являются экономичными, либо при их реализации происходит загрязнение окружающей среды. Однако, создание материалов способных разлагаться в природе под действием света, микроорганизмов, УФ излучения на безвредные компоненты может во многом помочь решению данной проблемы.

Объектами данного исследования являются полимерные смеси на основе полилактида (ПЛА) и полиамида (ПА-6), полученные смешением в расплаве. Полилактид широко используемый биоразлагаемый полимер, получаемый из возобновляемой сырьевой базы, и имеющий низкую стоимость. В тоже время ПЛА имеет сравнительно низкие механические и теплофизические свойства, что значительно сужает область его применения. Для улучшения свойств ПЛА в систему можно вводить полимер обладающий необходимыми характеристиками, в нашем случае в качестве такого полимера был выбран полиамид-6. Предполагается, что при правильно выбранных условиях смешения, можно получить композиционный материал, с одной стороны, подверженный биоразложению, а с другой стороны, обладающий высокими барьерными, физико-механическими свойствами, устойчивостью к органическим растворителям, щелочам, солнечной радиации.

На данном этапе работы целью было: получение смеси ПЛА и ПА-6 при различных условиях, детальное изучение свойств полученных материалов для подбора оптимального соотношения компонентов и режима смешения. Для исследования свойств и физико-химической структуры полученной смеси были использованы следующие методы: экстракция по методу Сокслета, дифференциально сканирующая калориметрия, ИК-Фурье, термогравиметрический анализ, также были проведены опыты для определения водопоглощения и влагопоглощения и были сделаны соответствующие выводы. Было выявлено наличие сополимеров ПЛА и ПА-6 в смеси, а также образование новых химических связей между компонентами.

АЛЮМОСИЛИКАТНЫЕ НАНОКОМПОЗИТЫ ДЛЯ АНТИКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ МЕТАЛЛОВ

Куренков В.В.¹, Герасин В.А.^{1,2}, Антипов Е.М.^{1,2}

*1) Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, 125047,
Москва, Миусская пл., д. 9.*

*2) Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН, 119991, Москва, Ленинский
пр., 29, e-mail: viktorkur@yandex.ru, gerasin@ips.ac.ru*

Одним из направлений усовершенствования защитных покрытий является разработка материалов, наполненных слоистыми алюмосиликатами, в которых улучшение антикоррозионной защиты, как считается, происходит за счет снижения диффузии коррозионных агентов – воды, кислорода и др.

Цель данной работы – исследование влияния структуры, морфологии, условий формирования наноконпозиционного покрытия на его защитные свойства. Исследовали модельные системы (на основе лака ПФ-060) и ПЭ композицию РУПОЛЕН, используемую для защиты магистральных трубопроводов.

Показано, что Na-MMT способствует, а модифицированный ЧАС ММТ не влияет на абсорбцию покрытием воды и набухание покрытий на основе лака ПФ-060 в воде. У покрытий с набухающей в воде глиной коэффициенты паропроницаемости выше, чем у исходного покрытия. Паропроницаемость композитной плёнки определяется ориентацией глины в плёнке, которая, в свою очередь, зависит от совместимости ОМММТ с полимером и вязкости композиции (и др. факторов). Снижение коэффициента паропроницаемости достигается при использовании глин, наилучшим образом совместимых с лаком и максимально ориентированных в плоскости пленки. Введение в ЛКМ пигмента снижает степень ориентации ОМММТ в плёнке и уменьшает влияние глины на паропроницаемость. Испытания коррозионной стойкости покрытий в соляном растворе показали улучшение их защитных свойств при внесении в ЛКМ рационально выбранных глин.

В прессованных плёнках композиции РУПОЛЕН толщиной 0,1...0,4 мм ОМММТ ориентируется планарно. При содержании ОМММТ в наноконposite до 5 % мас. возрастают модуль упругости (на 15...20 %), прочность на разрыв (на 10...15 %) и относительная деформация при разрыве. Коэффициент проницаемости композита по кислороду уменьшается до концентрации глины 5 % мас. (на 40 %). Введение ОМММТ повышает переходное сопротивление покрытия в 4...5 раз, что свидетельствует об улучшении защитных свойств покрытия.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты №№ 12-03-00694-а, 12-03-00636-а)

УВЕЛИЧЕНИЕ АДГЕЗИОННОЙ ПРОЧНОСТИ МЕЖФАЗНОЙ ГРАНИЦЫ МЕЖДУ ПОЛИМЕРНЫМ ВОЛОКНОМ И ЭПОКСИДНЫМ СВЯЗУЮЩИМ ПРИ ИХ ОДНОВРЕМЕННОЙ МОДИФИКАЦИИ НАНОАЛМАЗНОЙ ШИХТОЙ

Куркин Т.С.¹, Тикунова Е.П.¹, Яблокова М.Ю.², Кечекьян А.С.¹, Озерин А.Н.¹

¹ *Институт синтетических полимерных материалов им. Н.С. Ениколопова РАН, Москва, Профсоюзная ул., д. 70, t.kurkin@gmail.com*

² *Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова, Химический факультет, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 11.*

Одной из фундаментальных задач в области создания полимерных композиционных материалов с высокими эксплуатационными характеристиками является разработка подходов к увеличению адгезионной прочности межфазной границы, возникающей между компонентами композиционной системы – волокном и связующим – при их совмещении.

Настоящая работа посвящена исследованию влияния двух типов детонационной алмазной шихты (АШ) (различающихся знаком поверхностного электростатического заряда) на прочность адгезионного контакта между поливинилспиртовым (ПВС) волокном и эпоксидными связующими различного состава. Сравнительный количественный анализ этого влияния проводили на ряде модельных систем, построенных по следующему принципу: 1) АШ служит модификатором для одного из компонент системы (для волокна или связующего); 2) АШ служит модификатором и для связующего, и для волокна, причем рассмотрены варианты, когда оба компонента модифицированы АШ с поверхностным зарядом одного и того же знака, и когда заряд АШ, введенной в волокно, противоположен по знаку заряду АШ, введенной в связующее.

Обнаружено, что введение лишь 1% об. положительно заряженной АШ в ПВС-волокно повышает прочность его адгезионного контакта с немодифицированным эпоксидным связующим на 100% (с 10.5 ± 0.5 МПа (для немодифицированного волокна) до 23 ± 2 МПа). Если же эпоксидная матрица, модифицирована 0.05% масс. АШ с отрицательным знаком поверхностного заряда, то её адгезионная прочность к волокну, содержащему 1 % об. положительно заряженной АШ, возрастает до 42 ± 2 МПа.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект №13-03-00923).

ВЛИЯНИЕ НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ ДОБАВОК НА ЭЛЕКТРОФОРМОВАНИЕ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ РАСПЛАВА ПОЛИПРОПИЛЕНА

Малахов С.Н., Белоусов С.И., Праздничный А.М., Чвалун С.Н.

*Федеральное государственное унитарное предприятие "Научно-исследовательский физико-химический институт им. Л.Я.Карпова", 105064, Москва, пер. Обуха, д. 3-1/12, стр. 6,
e-mail: s.malakhov@mail.ru*

Полипропилен – крупнотоннажный полимер, сочетающий ряд полезных свойств – легкий вес, малое влагопоглощение, хорошую механическую прочность, высокую химическую стойкость – с низкой стоимостью, поэтому нетканые материалы на основе полипропилена представляют значительный практический интерес – например, в сферах фильтрации и создания защитных покрытий.

В настоящее время существует несколько способов получения нетканых материалов. Один из наиболее распространенных – электроформование из раствора полимера – слабо подходит для формования из полипропилена в силу его ограниченной растворимости. Использование расплавной технологии позволяет отказаться от растворителя и получать волокна из большинства полимеров и их смесей.

На процесс электроформования оказывает влияние большое количество факторов – молекулярная масса полимера, температура формования, прикладываемое напряжение, расход полимера, межэлектродное расстояние, однако ключевыми являются вязкость и электропроводность расплава.

В докладе рассматривается процесс электроформования нетканых волокнистых материалов из расплава полипропилена. Показано влияние свойств исходного полимера, параметров расплава и условий формования на структуру и свойства получаемых материалов. С целью снижения вязкости и увеличения электропроводности расплава к полимерам добавляли низкомолекулярные добавки из ряда натриевых солей высших жирных кислот в количестве до 10% масс. Это позволило получить гидрофобный нетканый материал из полипропилена со средним диаметром волокон около 1 мкм, обладающий хорошими фильтрующими свойствами.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 12-03-00051-а).

СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ КАРБОСИЛАНОВЫХ ДЕНДРИМЕРОВ ШЕСТОЙ ГЕНЕРАЦИИ В СЛОЯХ ЛЕНГМЮРА И ЛЕНГМЮРА-БЛОДЖЕТТ

Малахова Ю.Н., Бузин А.И., Чвалун С.Н.

Институт синтетических полимерных материалов им. Н.С. Ениколопова РАН,

117393, г. Москва, ул. Профсоюзная, 70

Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»

123182, г. Москва, пл. Академика Курчатова, 1.

**E-mail: j.malakhova@mail.ru*

Карбосилановые дендримеры обладают специфической трехмерной фрактальной архитектурой ядра, составляющего внутреннюю сферу. Внешняя сфера (оболочка) всегда содержит известное количество концевых групп и может быть различна по природе в зависимости от поставленной задачи.

В данной работе исследовано поведение карбосилановых дендримеров с ядрами шестой и седьмой генераций и различным типом оболочки (фторированная, линейная либо циклическая силоксановая, этиленоксидная) на границе раздела вода-воздух методами исследования изотерм поверхностного давления и поверхностного потенциала. Структура моно- и полислоев непосредственно на поверхности воды была визуализирована при помощи микроскопии под углом Брюстера. Перенос на твердую подложку был осуществлен методом Ленгмюра-Блоджетт.

Для дендримеров высоких генераций характерна многоступенчатая форма изотерм поверхностного давления и потенциала, свидетельствующая о формировании полислоев при сжатии. В цикле сжатие-растяжение наблюдается гистерезис. На микрофотографиях под углом Брюстера видно постепенное формирование полислоевой структуры.

Монослои и бислои дендримеров, сформированные на границе раздела вода-воздух были перенесены на твердые подложки (монокристаллический кремний, свежесколотые пластины слюды) методом Ленгмюра-Блоджетт при различных степенях сжатия. Топография поверхности пленок была исследована методом атомно-силовой микроскопии в полуконтактном режиме. Была определена толщина слоев и степень заполнения подложки слоем дендримера.

ПРИВИТЫЕ И БЛОК- СОПОЛИМЕРЫ ХИТОЗАНА С (МЕТ)АКРИЛАТАМИ: СИНТЕЗ, СТРОЕНИЕ, СВОЙСТВА

**Мочалова А.Е., Смирнова Л.А., Апрятина К.В., Круглова Е.Н., Баранов И.А.,
Маркин А.В., Смирнова Н.Н.**

*Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород,
пр. Гагарина, 23, корп. 5, mochalova_ae@mail.ru*

В современном мире постоянно растет спрос на новые полимерные материалы с улучшенными эксплуатационными характеристиками, возрастает роль (со)полимеров и полимерных смесей на основе гомополимеров, сочетающих взаимоисключающие свойства. Перспективно получение таких «гибридов» на основе природных и синтетических полимеров. Целью работы явилось получение привитых и блок–сополимеров хитозана с (мет)акрилатами (акриламидом (АА), метилакрилатом (МА), 2-этилгексилакрилатом (ЭГА), акрилонитрилом (АН), монометакрилатэтиленгликолем (МЭГ)) и изучение их свойств.

Разработан метод получения блок – сополимеров путем химически инициированной деградации хитозана системой пероксид водорода – восстановитель в растворе, содержащем (мет)акрилаты. Глубина превращения мономеров и эффективность блок-сополимеризации возрастала в ряду ЭГА<МА<АА, АН. При синтезе привитых сополимеров степень и эффективность прививки (мет)акрилатов на хитозан существенно зависели от рН среды и соотношения реагентов: содержание гомополимера в продуктах синтеза колебалось от 2% до 30%. Определены молекулярно-массовые характеристики привитых цепей и блоков синтетических полимеров в сополимерах с хитозаном, изучены их структура, теплофизические, физико-механические свойства. Установлено, что деформация пленок на основе сополимеров выше, чем у исходного хитозана, а разрывная прочность существенно зависит от природы мономера и состава сополимера. Блок- и привитые сополимеры хитозана с АА показали высокую эффективность (в некоторых случаях степень очистки достигала 99%) одновременно в качестве флокулянтов, сорбентов и коагулянтов для очистки сточных вод различных производств. Сополимеры хитозана с МА и ЭГА являются биоразлагаемыми и могут быть использованы для получения пленочных материалов с регулируемым временем биоразложения. Таким образом, в работе получен спектр новых перспективных композиционных материалов на основе хитозана с (мет)акрилатами.

ВЛИЯНИЕ МЕЖЦЕПНЫХ СВЯЗЕЙ НА ПРОВОДЯЩИЕ СВОЙСТВА ТОНКИХ ПОЛИМЕРНЫХ ПЛЁНОК

Николаева М.Н.¹, Смыслов Р.Ю.¹, Бойко Ю.М.²

¹*Институт высокомолекулярных соединений РАН, С.-Петербург, Большой пр., В.О., 31,*

²*Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, С.-Петербург, Политехническая ул.
26, E-mail: marianna_n@mail.ru*

Тонкие плёнки полимеров-диэлектриков являются проводящими в структурах металл/полимер/металл. Максимальные толщины проводящего слоя пленок (h_{max}), соответствующие максимальному сопротивлению 10^7 Ом, для ряда полимеров варьируются от сотен нанометров до нескольких микрометров.

Обнаружено, что для исследованных полимеров (полиамидина, полистирола и полиметилметакрилата), способных в растворе образовывать макромолекулярные клубки, величины h_{max} прямо пропорциональны квадратному корню средневесовой молекулярной массы ($M_w^{1/2}$). Если молекулы являются жесткими и не образуют перекрывающихся клубков, как, например, в случае жидкокристаллических олигомеров, наблюдается зависимость h_{max} от длины молекулы, т.е. от M_w .

Значения h_{max} для полиамидина больше, чем для полиметилметакрилата и полистирола. Это может объясняться наличием флуктуационной сетки водородных связей между молекулами полиамидина, влияющей на образование более крупных ассоциатов сегментов цепи, и проникновение зарядов из металлических электродов на бóльшую глубину. Влияние межцепных связей также проявляется под воздействием УФ-излучения. Так, для плёнок полиметилметакрилата не наблюдается изменения проводимости под воздействием излучения, в то время как для полистирола и полиамидина наблюдается весьма существенное увеличение проводимости, составляя 2 и 5 десятичных порядков для полистирола и полиамидина, соответственно.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ. Проект 12-03-00747.

КОМПОЗИТНЫЕ МАГНИТНО-РАЗДЕЛЯЕМЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ ГИДРИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ АРОМАТИЧЕСКИХ ДЕНДРИТНЫХ СИСТЕМ

**Никошвили Л.Ж.¹, Матвеева В.Г.¹, Шифрина З.Б.², Бронштейн Л.М.², Любимова Н.А.¹,
Юзык-Климова Е.Ю.², Кучкина Н.В.², Сорокина С.А.², Сульман Э.М.¹**

¹*Тверской государственный технический университет, наб. А.Никитина, 22, 170026, Тверь,
Россия, E-mail: nlinda@science.tver.ru*

²*Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН, ул. Вавилова, 28,
19991, Москва, Россия*

В последние годы все большее внимание исследователей привлекают ансамбли неорганических прекурсоров и супрамолекулярных органических структур с целью создания новых композитов для последующего применения в качестве катализаторов. Особый интерес представляют неорганическо-органические гибридные материалы, синтезируемые с участием дендримеров темплатным методом. Хотя коммерчески доступные дендримеры, такие, как полиамидоаминовые и полипропилениминовые, способны инкапсулировать каталитически активные частицы, дендримеры на основе ароматических структур имеют ряд преимуществ: они жесткие и сохраняют свою форму, обладают высокой химической и термической стабильностью.

Данная работа посвящена изучению каталитических свойств наночастиц Pd, стабилизированных в магнитно-разделяемых нанокompозитах на основе пиридилфениленовых дендронов и дендримеров, в реакции селективного гидрирования тройной связи ацетиленового спирта C₅. Было показано, что использование синтезированных каталитических систем позволяет проводить процесс гидрирования тройной связи с селективностью до 97% (при 100% конверсии). Однако когда дендроны/дендримеры содержат магнитные частицы, можно реализовать дополнительное преимущество, а именно магнитное отделение и повторное использование нанокompозитов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Седьмой Европейской Рамочной Программы (CP-IP 246095-2 POLYCAT), Министерства образования и науки РФ, ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы (контракт №П1345), РФФИ 11-03-00064, 12-03-31057

АГРЕГАЦИЯ АМФИФИЛЬНЫХ СОПОЛИМЕРОВ N-ВИНИЛПИРРОЛИДОНА РАЗВЕТВЛЕННОГО СТРОЕНИЯ В ПОЛЯРНЫХ И МАЛОПОЛЯРНЫХ СРЕДАХ

Образцова Н.А., Иванчихина А.В., Курмаз С.В.

Институт проблем химической физики РАН, г. Черноголовка, Россия, skurmaz@icp.ac.ru

Поли-N-винилпирролидоны разветвленного строения, способные к самоорганизации в соответствующих растворах с образованием полимерных коллоидов, могут представлять интерес для транспорта химических соединений различного практического назначения в биологии и в медицине. Цель работы – исследовать поведение амфифильных сополимеров N-винилпирролидона (ВП) различной молекулярной и топологической структуры, синтезированных с помощью радикальной сополимеризации ВП с диметакрилатом триэтиленгликоля [1], в полярных и малополярных растворителях – воде, изопропиловом спирте и толуоле. Состав и физико-химические параметры (молекулярная масса, полидисперсность) макромолекул варьировали, изменяя содержание звеньев разветвителя и сомономеров (гексилметакрилат, циклогексилметакрилат, лаурилметакрилат), а также групп $-SC_{10}H_{21}$, входящих в полимерные цепи в результате реакции передачи цепи на 1-декантиол. Из композиционно неоднородных сополимеров выделяли фракции, обогащенные ВП или метакрилатными звеньями.

Показано, что амфифильные сополимеры ВП агрегируют в воде, спирте и толуоле с образованием полимерных коллоидов различного размера – мицелл и межмицеллярных кластеров. Методом динамического рассеяния света определены гидродинамические радиусы R_h полимерных частиц при 20°C. Обсуждается зависимость размеров частиц от строения сополимеров, содержания в них метакрилатных групп, композиционного состава, молекулярной массы и концентрации сополимеров в растворе. Предполагается, что в воде и в изопропиловом спирте сополимеры ВП образуют агрегаты типа прямых мицелл, где ядро состоит из гидрофобных фрагментов полимерных цепей, а оболочку образуют гидрофильные группы. В толуоле, наоборот, формируются агрегаты типа обратных мицелл с гидрофильным ядром. На примере фуллерена C_{60} продемонстрирована возможность получения гибридных макромолекулярных структур за счет спонтанной агрегации C_{60} и полимерных коллоидов, образованных разветвленными сополимерами ВП в изопропиловом спирте [2].

1. Курмаз С.В., Пыряев А.Н. // *Высокомолек. соед.* Сер. Б. 2010. Т. 52. № 1. С. 107–114; Курмаз С.В., Пыряев А.Н. // *Журнал общей химии*. 2012. Т. 82 № 10. С. 1700.
2. Курмаз С.В., Образцова Н.А., Иванчихина А.В. // *Химия высоких энергий*. 2014. № 1.

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА НАНОКОМПОЗИТОВ Ni/ПОЛИ-П-КСИЛИЛЕН, СИНТЕЗИРОВАННЫХ МЕТОДОМ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ ИЗ ГАЗОВОЙ ФАЗЫ

Озерин С.А.¹, Завьялов С.А.², Орехов А.С.², Васильев А.Л.², Зубавичус Я.В.²,
Аронзон Б.А.², Чвалун С.Н.^{1,2}

¹ИСПМ им. Н.С. Ениколопова РАН, 117393, Москва, ул. Профсоюзная, 70

²НИЦ «Курчатовский институт», 123182, Москва, пл. Академика Курчатова, 1

e-mail: sergeoz@yandex.ru

С целью выяснения возможности создания биосовместимых сенсоров магнитного поля были проведены исследования магнитных свойств нанокomпозитов на основе матрицы поли-п-ксилилена с наночастицами Ni, синтезированных методом полимеризации из газовой фазы.

По результатам измерения эффекта Холла в исследуемых пленках было установлено, что они обладают электронным типом проводимости. Зависимость холловского сопротивления от магнитного поля при комнатной температуре, в отличие от обычного поведения, характерного для немагнитных материалов, нелинейна. Такая кривая типична для ферромагнетиков.

Вклад аномальной компоненты в холловское сопротивление был исследован для анализа особенностей магнитного упорядочения пленок. При гелиевых температурах амплитуда аномального эффекта Холла в 7.7 раза превышает его амплитуду при комнатной температуре. Это позволяет сделать вывод о сходном отношении намагниченностей насыщения в этих же условиях. Отсюда можно заключить, что температура Кюри в исследованных пленках хотя и превышает комнатную, но незначительно. В исследованных образцах имеется магнитный гистерезис с коэрцитивной силой $H_c \sim 0.5$ кЭ. Наблюдаемая петля магнитного гистерезиса смещена в сторону положительных значений магнитного поля, значения H_c составляют – 0.46 и 0.64 кЭ.

Наряду с аномальным эффектом Холла в этих пленках было зафиксировано хотя и слабое, но вполне измеримое, отрицательное магнетосопротивление, величина которого составляла 0.4% в полях до 6 кЭ.

Представленные результаты демонстрируют, что биосовместимые системы ППК + Ni являются ферромагнитными (при низких температурах демонстрируют магнитный гистерезис) и оказываются чувствительными к внешнему магнитному полю.

ОСОБЕННОСТИ ПОВЕДЕНИЯ СИЛЬНЫХ ЛИНЕЙНЫХ ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТОВ РАЗНОЙ СТЕПЕНИ ГИДРОФИЛЬНОСТИ В РАСТВОРАХ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ИОННЫХ СИЛ

Окатова О.В.¹, Губарев А.С.², Ульянова Н.Н.¹, Гаврилова И.И.¹, Панарин Е.Ф.¹, Павлов Г.М.^{1,2}

1 - Институт высокомолекулярных соединений Российской академии наук, Большой пр., 31, 199004 Санкт-Петербург

*2 - Физический факультет Санкт-Петербургского государственного университета, Ульяновская ул., 1, 198504 Санкт-Петербург, Петродворец
olga.okatova@gmail.com*

Конформация и размеры линейных заряженных макромолекул в водных растворах, наряду с контурной длиной, определяются линейной плотностью электрического заряда в полимерной цепи и ионной силой раствора. Кроме того, специфика химического строения макромолекулы, в частности, ее гидрофобная либо гидрофильная природа, может играть определенную роль при формировании той или иной конформации линейной полиэлектролитной цепи. Для выяснения этих вопросов были осуществлены синтезы гидрофобного полистирол-4-сульфоната натрия (ПССNa) и гидрофильного полимера - статистического сополимера N-метил-N-винилацетамида и гидрохлорида N-метил-N-виниламина (МВАА-ГМВА). Методами молекулярной гидродинамики проведены исследования их фракций и сопоставлены их гидродинамические размеры. Незаряженным аналогом сополимера МВАА-ГМВА является водорастворимый поли-N-метил-N-винилацетамид, а незаряженный аналог ПССNa – гидрофобный полистирол. Показано, что уровень компактизации макромолекул сильных полиэлектролитов определяется степенью гидрофобности их полимерных цепей. Макромолекулы сильных полиэлектролитов на основе гидрофильных полимеров не могут быть компактизованы, их цепи сохраняются в конформации набухшего клубка вплоть до предельно высоких ионных сил. В гидрофобном полимере внутрицепные взаимодействия приводят к дополнительной компактизации макромолекул, которые по своим размерам приближаются к глобулярным белкам, сохраняя скейлинг линейных макромолекул в θ -условиях. Таким образом, степень компактизации цепей сильных полиэлектролитов в области предельно больших ионных сил может служить мерой гидрофобности полимерных цепей. Исследовано влияние величины линейной плотности заряда на размеры статистических сополимеров N-метил-N-винилацетамида и гидрохлорида N-метил-N-виниламина с различной степенью кислотного гидролиза исходного гомополимера.

СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ПОЛИАКРИЛАТНЫХ АДГЕЗИВОВ, ИНСПИРИРОВАННЫХ МЕХАНИЗМОМ АДГЕЗИИ МОРСКИХ МОЛЛЮСКОВ

Родионов И.А., Кештов М.Л., Черникова Е.В., Фельдштейн М.М., Хохлов А.Р.

Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН,

Москва 119991, ул. Вавилова д. 28, ilyarodionov2@gmail.com

Прочная чувствительная к давлению адгезия возникает как результат сочетания двух, по большому счету, взаимоисключающих свойств: обширный свободный объем (незанятое пространство между макромолекулами), обуславливающий подвижность сегментов макромолекул, и высокую энергию межмолекулярной когезии. Повышение температуры, либо добавка пластификатора приводят к росту молекулярной подвижности, в то время как силы межмолекулярной когезии ослабляются. По этой причине с увеличением содержания свободного объема величина адгезии проходит через максимум. Подобный характер изменения свойств может быть хорошо описан в рамках классического, реологического механизма чувствительной к давлению адгезии, тогда как на примере морских моллюсков можно наглядно проиллюстрировать биоспецифический механизм адгезии. Белки биссуса моллюска содержат 3,4-дигидроксифенольные (катехольные) функциональные группы, способные за счет ковалентного и нековалентного связывания прочно и в то же время обратимо закреплять биссус на твердых и разнородных субстратах, таких как: металлы, минералы, стекла.

Был синтезирован и исследован ряд био-инспирированных чувствительных к давлению адгезивов на основе статистических сополимеров N-[3,4-ди(гидроксифенэтил)акриламида (ЭДОФА) с акриловой кислотой (АК) и н-бутил акрилатом (н-БА) при соотношении АК к н-БА 5:95, содержащие от 1 до 15 мол% катехольных фрагментов. Зависимость адгезии для ряда полученных сополимеров проходит через максимум для адгезивов, содержащих от 1 до 5 мол% ЭДОФА (величина практической работы адгезии, измеренная методом зондирования липкости варьируется от 150 до 178 Дж/м²), для которых характерен в большинстве когезионный тип разрушения адгезионного соединения. В то же время, адгезив с содержанием катехольных звеньев 11 мол% проявляет чуть меньшую по величине, но все равно довольно высокую адгезию в области более высоких температур (30 – 60 °С) с ярко выраженным адгезионным типом разрыва адгезионного соединения. Независимый от температуры характер адгезионного взаимодействия является результатом вклада биоспецифического механизма адгезии, а самоассоциация катехольных групп обуславливает изменение механизма отслаивания гибридного адгезива от подложки на типичный для твердых адгезивов.

ИЗМЕНЕНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ ПОЛИМЕРА ПОД ДЕЙСТВИЕМ СК CO₂ И ВЛИЯНИЕ НА ТРАНСПОРТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛИИМИДНЫХ ПЛЕНОК

Ронова И.А.¹, Алентьев А.Ю.², Bruma M.³, Николаев А.Ю.¹, Белов Н.А.², Chiska S.³, Sava I.³

¹ *Институт элементоорганических соединений им. А.Н.Несмеянова РАН 119991 Москва, Вавилова 28*

² *Институт нефтехимического синтеза им. Топчиева РАН, 119991 Москва, Ленинский пр. 29*

³ *Petru Poni Institute of Macromolecular Chemistry, Aleea Grigore Ghica Voda 41A, Iasi-700487, Romania*

Развитие мембранных технологий разделения газов и жидкостей стимулирует исследования новых полимеров в качестве потенциальных мембранных материалов. Особое внимание привлекают полимерные материалы для мембранного газоразделения, сохраняющие свои свойства в агрессивных средах, при повышенных температурах и давлениях. Одним из таких классов полимеров являются полиимиды, которые характеризуются высокой радиационной, химической и термической стойкостью, обладают хорошими механическими и пленкообразующими свойствами. При этом широкие возможности варьирования химической структуры элементарного звена позволяют направленно менять свойства полиимидов, в том числе и транспортные. Тем не менее, при высокой селективности газоразделения газопроницаемость большинства полиимидов, как правило, низка из-за высокой плотности упаковки цепей.

В настоящей работе рассмотрена возможность модификации свободного объема полиимидов с помощью набухания в сверхкритическом диоксиде углерода (СК CO₂).

Тонкие пленки четырех полиимидов различного строения, содержащие эфирные изопропилиденовые и гексафторизопропилиденовые группы, синтезированные в мета-крезоле, подвергались набуханию в СК CO₂ и последующей медленной декомпрессии. Коэффициенты проницаемости полиимидов, измеренные до и после набухания в СК CO₂ возросли от 16% до 168% и от 5% до 49% соответственно. При этом рост коэффициентов проницаемости газов обеспечивается за счет увеличения коэффициентов растворимости.

Работа поддержана грантом РФФИ № 2013-2014

КРЕЙЗИНГ КАК МЕТОД СОЗДАНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ СМЕСЕЙ

Рухля Е.Г., Ярышева Л.М., Волынский А.Л., Бакеев Н.Ф.

Московский Государственный Университет имени М.В. Ломоносова

119991 Москва, Ленинские горы, д.1, katrin310@yandex.ru

Ранее было установлено, что крейзинг аморфных стеклообразных и кристаллических полимеров в растворах высокомолекулярных соединений сопровождается проникновением макромолекул в нанопористую структуру крейзов и приводит к образованию высокодисперсных полимер-полимерных смесей. Для характеристики особенностей крейзинга полимеров в растворах высокомолекулярных соединений решались следующие задачи:

- охарактеризовано само явление крейзинга полимеров в растворах высокомолекулярных соединений и определены его особенности по сравнению с крейзингом полимеров в адсорбционно-активных средах на основе низкомолекулярных соединений;

- рассмотрен механизм транспорта макромолекул полиэтиленоксида (ПЭО) в нанопоры ПЭТФ, деформируемого по механизму крейзинга в так называемых «затрудненных» условиях, когда размер макромолекул сопоставим или больше диаметра пор в крейзах. Определено влияние концентрационного режима и м.м.ПЭО на скорость проникновения макромолекул в нанопоры;

- определено влияние фибриллярно-пористой структуры крейзов на структуру полимер-полимерных смесей, полученных методом крейзинга. Установлено, что структура смесей близка структуре взаимопроникающих полимерных смесей. Наблюдается снижение степени кристалличности, изменение морфологии и появление ориентации кристаллов в направлении оси вытяжки деформируемого полимера;

- проведен комплекс исследований по выявлению влияния условий деформирования, и молекулярной массы вводимых макромолекул на механизм их проникновения в нанопористую структуру крейзов, что необходимо для определения граничных условий использования крейзинга как метода получения полимерных смесей;

- проведен комплекс исследований по характеристике физико-механических свойств смесей содержащих гидрофобные и гидрофильные полимеры. Данные смеси характеризуются хорошими механическими свойствами и повышенной паропроницаемостью.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ №12-03-31174-мол_а, №12-03-00338-а и гранта Президента РФ для государственной поддержки ведущей научной школы НШ-324.2012.3.

НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ С ЭЛЕКТРОННОЙ И ИОННОЙ ПРОВОДИМОСТЬЮ

Смирнов М.А., Власов П.В., Боброва Н.В., Ельяшевич Г.К.

*Институт высокомолекулярных соединений Российской академии наук, Санкт-Петербург,
Россия, 199004, Большой пр., д. 31, e-mail: smirnov@hq.macro.ru*

Композиционные системы на основе электропроводящих полимеров представляют большой интерес, так как позволяют конструировать материалы, в которых уникальные электрохимические свойства таких полимеров могут выгодно сочетаться с высокими механическими характеристиками изделий. Среди электропроводящих полимеров полианилин (ПАНИ) является одним из наиболее изучаемых объектов благодаря простоте его синтеза и достаточно высокой химической стабильности. Целью данного исследования была разработка метода получения композиционных систем, содержащих перколяционную сеть нановолокон ПАНИ в объеме гидрогеля на основе полиакриламида (ПААм) и обладающих смешанной электронной и ионной проводимостью. Электропроводящие композиты получали полимеризацией анилина в растворе линейного ПААм различной молекулярной массы с последующей сшивкой при реакции с глутаровым альдегидом (ГА) или с ацетоном. Синтез полианилина проводили под действием окислителя (пероксидисульфата аммония) в среде 1М водной HCl. Т.к. перколяционный порог зависит от степени анизотропии элементов проводящей фазы, то для регулирования формы наночастиц ПАНИ использовали добавку п-фенилендиамина на стадии полимеризации и различные схемы смешения реагентов. Морфологию образцов изучали методом сканирующей электронной микроскопии. Были получены композиционные системы как со сферическими частицами проводящего полимера, так и с нановолокнами. Электропроводность и электрохимическое поведение полученных композитов изучали методами хроноамперометрии и циклической вольт-амперометрии. Было установлено, что перколяционная сеть ПАНИ, образующаяся при его синтезе в растворе линейного ПААм, разрушается при использовании ГА на стадии сшивки и сохраняется, если формирование геля проводилось с использованием ацетона. Показано, что поведение композитов в электрическом поле характеризуется S-образной вольт-амперной характеристикой, что объясняется протеканием реакций дедопирования и редопирования ПАНИ в приэлектродном слое.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 13-03-00219-а) и Программы фундаментальных исследований Президиума РАН №24 (2013).

МОДИФИЦИРОВАНИЕ ЭПОКСИДНЫХ ОЛИГОМЕРОВ ТЕПЛОСТОЙКИМИ ТЕРМОПЛАСТАМИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ МАТРИЦ С ПОВЫШЕННЫМИ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Солодилов В.И.^{*}, Корохин Р.А.^{*}, Горбаткина Ю.А.^{*}, Куперман А.М.^{*}, Шапагин А.В.^{}**

^{*} *Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химической физики им. Н.Н.Семенова РАН, Москва, ул. Косыгина, 4.
vital-yo@yandex.ru*

^{**} *Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН, Москва, Ленинский просп., 31.*

В течение последних десятилетий предпринимаются попытки модифицирования реактопластов различными типами теплостойких термопластов для регулирования свойств получаемых материалов, прежде всего трещиностойкости и ударной вязкости. Наиболее часто такое модифицирование применяется для эпоксидных олигомеров, что связано с их хорошими механическими свойствами и технологичностью.

В работе изучены вязкость η эпоксидной смолы ЭД-20, модифицированной полиэфиримидом ПЭИ или полисульфоном ПСК-1, а также трещиностойкость G_{IR}^M , прочность σ_y и энергии разрушения E_f при ударе матриц на основе этих смесей; исследована также фазовая структура отвержденных композиций (на сканирующем электронном микроскопе Philips SEM–500, с рентгеноспектральным микроанализатором).

Введение термопластов приводит к резкому (на два порядка) увеличению вязкости η . Природа термопластов, варьирование их концентрации и температуры испытания не изменяет характера течения исследованных смесей; жидкости во всех случаях остаются неньютоновскими.

Добавление ПСК-1 или ПЭИ в эпоксидную матрицу приводит к монотонному росту величин σ_y , E_f и G_{IR}^M . Форма концентрационных зависимостей для разных термопластов одна и та же. Значительное (от 50% до 5 раз в зависимости от типа испытания) улучшение механических свойств матриц происходит при содержании термопластов около 20 мас. %. При этой концентрации модификаторов отвержденные системы представляют собой протяженные взаимопроникающие фазы. Трещина неизбежно распространяется через «термопластичную» фазу, способствующую лучшему рассеиванию энергии. Рассчитанные энергии разрушения модифицированных эпоксидных матриц сопоставлены с энергиями разрушений однонаправленных стеклопластиков на основе этих матриц. Во всех случаях рост трещиностойкости полимерных матриц ведет к росту вязкости разрушения армированных пластиков.

ИЗОКОНВЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ КИНЕТИКИ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ П-КСИЛИЛЕНА

Стрельцов Д.Р.¹, Бузин А.И.¹, Дмитряков П.В.³, Бессонова Н.П.², Чвалун С.Н.^{1,3}

¹*ИСПМ РАН, г. Москва, ул. Профсоюзная, 70*

²*НИФХИ, г. Москва, пер. Обуха д. 3-1/12 стр. 6*

³*НИЦ «Курчатовский институт», г. Москва, пл. Академика Курчатова, д. 1*

streltsov.dmitry@gmail.com

Газофазная полимеризация на поверхности *n*-ксилиленов – уникальный процесс вакуумного осаждения, позволяющий получать тонкие однородные полимерные покрытия заданной толщины в отсутствие растворителей и катализаторов. Традиционно данные покрытия получают при температурах осаждения близких к комнатной, когда адсорбция, диффузия и полимеризация протекают одновременно. При этом сложно разделить вклады различных процессов в кинетику роста ППК покрытий.

В данной работе мы попытались разделить во времени стадии осаждения и полимеризации адсорбированного мономера, проводя осаждение при температуре кипения жидкого азота -196 °С, а затем исследуя кинетику полимеризации *n*-ксилилена в конденсированном состоянии методом дифференциальной сканирующей калориметрии с различными скоростями нагрева (от 1 °С/мин до 200 °С/мин). Экзотермический эффект полимеризации практически не зависел от скорости нагрева и равнялся $Q = 86 \pm 3$ кДж/моль. Определен температурный диапазон полимеризации (от -115 °С до -80 °С при скорости нагрева 1 °С/мин, от -85 °С до -35 °С при скорости нагрева 200 °С/мин). Для анализа кинетики полимеризации были использованы методы безмодельной кинетики: дифференциальный изоконверсионный метод Фридмана и интегральный изоконверсионный метод Вязовина. Определенное значение эффективной энергии активации не зависело от используемого метода и варьировалось в зависимости от степени конверсии в пределах от 40 кДж/моль до 60 кДж/моль для низких скоростей нагрева (от 1 до 10 °С/мин) и от 40 кДж/моль до 25 кДж/моль для высоких скоростей нагрева конденсата (от 20 до 200 °С/мин). Методом атомно-силовой микроскопии также обнаружено влияние скорости полимеризации на морфологию поверхности ППК пленок. Для пленок полученных при высоких скоростях полимеризации характерны гранулярная морфология с высокими значениями среднеквадратичной шероховатости поверхности, тогда как пленки полученные при низких скоростях нагрева конденсата обладают локально гладкой поверхностью.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (гранты № 12-03-00679 и № 12-03-31878).

ПРОЦЕССЫ ОТВЕРЖДЕНИЯ В МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ СИСТЕМАХ НА ОСНОВЕ ТЕРМОРЕАКТИВНЫХ СМОЛ, НАПОЛНЕННЫХ НАНОРАЗМЕРНЫМИ ЧАСТИЦАМИ АЛМАЗНОЙ ШИХТЫ

Тикунова Е.П.¹ Яблокова М.Ю.,² Костина Ю.В.,³ Куркин Т.С.,¹ Озерин А.Н.¹

¹ *Институт синтетических полимерных материалов им. Н.С. Ениколопова РАН, Москва, Профсоюзная ул., д. 70, etikunova@gmail.com*

² *Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова, Химический факультет, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 11.*

³ *Институт нефтехимического синтеза им. А.В.Топчиева РАН, Москва, Ленинский проспект, д.29*

Современные исследования, посвященные проблемам создания гибридных материалов на основе наномодифицированных эпоксидных связующих, в основном направлены на поиск оптимальных наполнителей, способных к интенсивному взаимодействию с отверждаемой системой при сохранении своей морфологии и высокого уровня дисперсности.

В настоящей работе исследование процессов образования сетчатой структуры при отверждении многокомпонентных полимерных, наполненных высокодисперсными наноразмерными углеродными частицами проведено на представительной системе с использованием наноалмазной шихты, в качестве универсального типа фрактального нанонаполнителя, и с использованием связующего на основе смеси эпоксидной диановой смолы Epikote 828 и эпоксидной новолачной смолы Epikote 154.

Исследование процесса отверждения было проведено методом высокотемпературной ИК-спектроскопии 1) на системах на основе эпоксидиановой смолы Epikote 828 с отвердителем ангидридного типа и 2) на системах на основе смеси эпоксидиановой смолы Epikote 828 и полиэпоксидной новолачной смолы Epikote 154 с отвердителем ангидридного типа и катализатором.

Было установлено, что для системы 1 алмазная шихта ускоряет протекание процесса отверждения. Для системы 2, напротив, АШ замедляет отверждение, хотя данные ИК-Фурье спектроскопии, полученные в режиме НПВО на отвержденной системе 2 указывают на более полное раскрытие эпоксидного цикла, что является нетривиальным результатом.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект №13-03-00923).

НАНОКОМПОЗИТЫ ПОЛИМЕРЫ (ОЛИГОМЕРЫ) – ДИОКСИД КРЕМНИЯ – СИНТЕЗ НАНОПОРИСТЫХ ПРОСВЕТЛЯЮЩИХ ПОКРЫТИЙ НА ОПТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛАХ

Троицкий Б.Б., Денисова В.Н., Новикова М.А., Лопатин М.А.,

Лопатина Т.И., Локтева А.А., Чечет Ю.В., Батенькин М.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт металлоорганической химии им. Г.А.Разуваева РАН, troitski@iomc.ras.ru

В 1997 г. (C.J. Brinker et al, Nature, 1997, **389**, 364; Пат. США No. 5,858,457, 1999; Пат. США No. 6,270,846, 2001) разработана EISA (evaporation-induced self-assembly; самопроизвольная организация системы на наноуровне, вызванная испарением растворителя) техника получения прозрачных в видимой спектральной области нанокompозитных плёночных материалов, состоящих из органической и неорганической фаз. В этой работе в качестве матрицы - органического соединения, которое определяет самоорганизацию неорганогорганических наноразмерных структур в образующейся плёнке, использовались в качестве добавок в золь диоксида кремния катионоактивные ПАВ (цетилтриметиламмоний бромид и др.). **Нами найдено**, что техникой EISA также можно получать прозрачные нанокompозитные плёночные материалы, если вместо ПАВ в золь диоксида кремния вводить следующие полимеры или олигомеры: а) карбоцепные полимеры, содержащие боковые простые эфирные группы; б) поливинилацетаты; в) полиэфиракрилаты и полиэфирметакрилаты; г) статистические сополимеры на основе простых виниловых эфиров, сложных эфиров акриловой и метакриловой кислот, винилацетата; д) олигомеры на основе оксида этилена или оксида пропилена. **Установлено**, что при нагревании при 500⁰С нанокompозитных плёнок, нанесённых на силикатное стекло или пластинку из оптического кварца, происходит термическое разрушение органической фазы и образование прозрачной плёнки на основе нанопористого диоксида кремния. **Изучены оптические свойства** (показатель преломления, оптическая и физическая толщины) нанопористых плёнок в зависимости от химического строения и концентрации полимера (олигомера) в золе диоксида кремния и показано, что при определённой концентрации добавки в золе получают прозрачные покрытия с оптической толщиной 130 – 150 нм и низким показателем преломления 1.20 – 1.25. **Исследовано** светопропускание в интервале длин волн 400 – 1100 нм пластинок из стекла и кварца с однослойными, двухсторонними нанопористыми просветляющими покрытиями.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ грант № 13-03-97026-а_поволжье_р.

ГИБРИДНЫЕ НАНОКОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРНЫХ МАТРИЦ, ПОЛУЧЕННЫХ ПО МЕХАНИЗМУ КРЕЙЗИНГА В АДСОРБЦИОННО-АКТИВНЫХ СРЕДАХ

Трофимчук Е.С., Никонорова Н.И., Нестерова Е.А., Волынский А.Л., Бакеев Н.Ф.

Химический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, 119991 Москва, Ленинские горы, д.1, стр.3, elena_trofimchuk@mail.ru

Функциональные гибридные нанокomпозиты на основе полимерной матрицы и неорганического наполнителя привлекают к себе значительное внимание, поскольку позволяют сочетать и целенаправленно регулировать их свойства. Одна из основных проблем получения нанокomпозитов связана с возможностями диспергировать наполнитель в матрице до наноразмерного уровня, сохранить этот уровень дисперсности и определенным образом распределить (структурировать) его в объеме полимера.

В настоящей работе предложен и детально разработан универсальный способ получения гибридных нанокomпозитов на основе аморфных и частично кристаллических гибкоцепных полимеров (ПЭТФ, ПВХ, ПП, ПЭВП, др.). В основе метода лежит процесс крейзинга в адсорбционно-активных средах (жидкие, реакционно-способные и сверхкритические среды), позволяющий создавать в полимерной матрице фибриллярно-пористую структуру нанометрического уровня дисперсности. Образовавшиеся поры были использованы в качестве нанореакторов для синтеза частиц различной природы, в том числе термодинамически несовместимых с полимерной матрицей (металлы, оксиды металлов и кремния, соли). Выявлены особенности формирования новой фазы в нанопорах.

Преимущество предлагаемого метода заключается в том, что он позволяет в достаточно широком интервале регулировать дисперсность наполнителя и характер его распределения: от дискретных наночастиц до непрерывной фазы, распределенных однородно по всему объему полимерной матрицы или в виде слоев в объеме и/или на поверхности полимера. Морфология композита в этом случае определяется типом и параметрами крейзованной структуры полимера, способом доставки второго компонента в пористую структуру и условиями его формирования.

Изучены электропроводящие, магнитные, каталитические и сенсорные свойства полученных гибридных полимер-неорганических материалов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (код проект 13-03-00652) и Ведущей научной школы (НШ-324.2012.3).

ВЛИЯНИЕ НАПОЛНИТЕЛЯ НА КИНЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТЕКЛОВАНИЯ В КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛАХ НА ОСНОВЕ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Хасков М.А.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов», Москва, ул.Радио, д.17,

khaskovma@viam.ru

В процессе получения композита на основе реактопластов отверждаемое связующее может подвергаться витрификации существенно замедляя процесс полимеризации за счёт перехода из кинетически контролируемой в диффузионно-контролируемую область [1]. Согласно [2], коэффициент диффузии пропорционален времени релаксации, из чего можно предположить, что выявление факторов влияющих на время релаксации, позволит предупредить их влияние на коэффициент диффузии и, как следствие, модернизировать кинетическое уравнение отверждения связующего и оптимизировать полный цикл получения конечного композиционного материала.

В работе исследовано влияние наполнителя на релаксационное поведение композиционных материалов на основе высокомолекулярных соединений. В качестве наполнителей использовались стекловолокна, углеродные и арамидные волокна. В качестве связующего использовали смесь эпоксидных смол с аминным отвердителем. Температурную зависимость времени релаксации измеряли с помощью динамического механического анализа при различных частотах нагрузки. Полученные зависимости использовались для оптимизации кинетических уравнений отверждения препрегов на основе выбранных наполнителей.

[1] J.P. Pascault, H.Sautereau, J.Verdu, R.J.J.Williams. Thermosetting polymers. NY: Marcel Dekker AG. 2002. 477 P.

[2] S.Corezzi, D. Fioretto, G. Santucci, J. M. Kenny // Modeling diffusion-control in the cure kinetics of epoxy-amine thermoset resins: An approach based on configurational entropy // Polymer, 2010, v.51, p.5833-5845

О ВЛИЯНИИ ИЗОГНУТОСТИ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК НА УПРУГИЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ

Киселев А.С.¹, Крутько Е.С.¹, Худобин Р.В.², Тиман С.А.^{2*}

¹ *Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»*

² *Институт химической физики им. Н.Н. Семенова РАН*

Email: stiman@chph.ras.ru

Армирующий потенциал углеродных нанотрубок (УНТ) обусловлен их высокой продольной жесткостью и большим отношением длины УНТ к их диаметру (аспектным отношением). Однако большое аспектное отношение приводит к значительному снижению изгибного модуля УНТ. Аналитические подходы механики сплошных сред, применяемые для вычисления эффективных модулей композитов, содержащих асимметричные включения, не учитывают изгибных деформаций включений и могут приводить к завышенным оценкам, особенно в случаях хаотического ориентационного распределения включений и значительной изогнутости включений в недеформированном состоянии.

В данной работе методами механики сплошных сред исследуется влияние начальной изогнутости УНТ на эффективные упругие модули полимерных композитов на их основе. Механические свойства полимерной матрицы и УНТ описываются в рамках изотропной теории упругости. УНТ моделируются изогнутыми упругими стержнями.

Эффективные упругие модули композитов рассчитывались методами теории осреднения на основе численного решения методом конечных элементов и методом суперэлементов соответствующих трехмерных краевых задач теории упругости.

Были рассмотрены представительные элементы среды (ячейки периодичности), содержащие как единичные включения с различными изогнутостями и аспектными отношениями, так и хаотически распределенные в пространстве однонаправленные включения.

В результате проведенных расчетов получены численные оценки эффективных жесткостей изогнутых УНТ. Показано, что изогнутость УНТ приводит к снижению продольной жесткости включения и увеличению коэффициента Пуассона в плоскости включения.

НЕОБЫЧНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ И АДсорбЦИОННЫЕ СВОЙСТВА СВЕРХСШИТЫХ ПОЛИСТИРОЛОВ С ПРЕДЕЛЬНЫМИ СТЕПЕНЯМИ СШИВАНИЯ

Цюрупа М.П., Блинникова З.К., Даванков В.А.

*Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН
119991 Москва, mts@ineos.ac.ru*

Сверхсшитый полистирол известен во всем мире как превосходный адсорбирующий материал для решения крупномасштабных и аналитических задач, связанных с извлечением полярных и неполярных органических веществ из водных растворов и газовых выбросов. Залогом успеха использования сверхсшитых сорбентов являются их особые структура и свойства. Сверхсшитый полистирол получают интенсивным сшиванием полистирольных цепей в растворе или в набухшем состоянии жесткими мостиками. Этот принцип синтеза обеспечивает получение жесткой однофазной ажурной структуры, в которой малые пространства между полистирольными цепями, разъединенными жесткими мостиками-распорками, по сути дела, являются нанопорами. Сверхсшитые полистиролы совместимы с любыми жидкими средами, даже с водой, которая не вызывает полного сжатия гидрофобной ажурной сетки.

Как оказалось, простое увеличение степени сшивания полимеров от известных 100% до максимально возможных величин 200%, 400%, 500% придает им ряд новых и неожиданных физических и адсорбционных свойств в дополнение к уже известным. Сетки со степенями сшивания 300%, 400% и 500% были получены сшиванием набухшего сополимера стирола с 0,5% дивинилбензола 1.5, 2 и 2.5 молями монохлордиметилового эфира, соответственно, по реакции Фриделя-Крафтса. При этом, теоретически, 3, 4 и 5 метиленовых групп связывают каждое фенильное кольцо полистирольной цепи с его ближайшими пространственными соседями. Конверсия эфира составляет 98%, полимеры содержат не более 2-3% непрореагировавшего хлора. В ИК-спектре полимеров имеется полоса 1705 см^{-1} , обусловленная колебаниями фрагментов ароматической сетки с высокой степенью взаимосвязанности (а не присутствием $\text{C}=\text{O}$ групп). Полимеры дают сильный сигнал ЭПР, не являются типичными диэлектриками, напрямую смачиваются водой.

Несмотря на предельно высокие степени сшивания, полимеры сорбируют из водных растворов 130 мг/г красителя Малахитового зеленого, 230 мг/г гидроксиламина или 0,9-1,0 г/г мочевины (из её 2 М раствора). Не имея функциональных групп, полимеры обратимо поглощают кислоты HCl , HNO_3 и HF , соли KNO_3 , KSCN , нитраты Hg , Pb , Ag , основания KOH , NH_4OH из водных растворов, а также органику из неводных сред.

НОВЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ОСНОВАННЫЕ НА АДДИТИВНОМ ПОЛИ(3-ТРИМЕТИЛСИЛИЛТРИЦИКЛОНОНЕНЕ-7) И МОДИФИЦИРОВАННЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ НАПОЛНИТЕЛЯХ

Чапала П.П.¹, Бермешев М.В.¹, Старанникова Л.Э.¹, Гаврилова Н.Н.²,

Шантарович В.П.³, Ямпольский Ю.П.¹, Финкельштейн Е.Ш.¹

¹Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН, Москва

²Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева

³Институт химической физики им. Н.Н. Семенова РАН, Москва

chapala@ips.ac.ru

Ранее в ИНХС РАН было показано, что аддитивный поли(3-триметилсилилтрициклононен-7) (PTCNSi1) обладает уникальным рядом свойств: высокими коэффициентами газопроницаемости, хорошими пленкообразующими и механическими свойствами и относится к классу высокопроницаемых полимеров.

Согласно литературным данным, введение пористых органических наполнителей представляется перспективным методом регулирования как селективности, так и проницаемости полимерных мембран. На основании вышеизложенного были получены новые перспективные мембранные композитные материалы на основе политрициклонононовой матрицы (рис. 1(a)) и различных модифицированных каликсаренов (рис. 1(b)) и циклодекстринов (рис. 1(c)) в качестве наполнителей, которые могут селективно образовывать комплексы включения с небольшими молекулами газов.

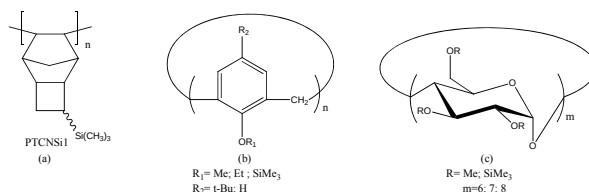


Рис. 1. Структура полимерной матрицы (a), каликсаренов (b) и циклодекстринов (c).

Показано, что введение каликсаренов и циклодекстринов приводит к увеличению селективности газоразделения. В работе проведены систематические исследования влияния размера молекулы наполнителя, заместителей в наполнителях на газоразделительные характеристики композитов.

Благодарность

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (проект №12-08-00648-а) и Министерства образования и науки РФ (Госконтракт №16.120.11.3056-МК).

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

В сборнике принята сквозная нумерация томов (1 том: стр.65-288, 2 том: стр.312-929)

Ameri T. 594
Angelov B. 770
Armand M. 585
Augustyniak-Yablokow
M.A. 462

Bakaeva Z. 185
Bar G. 466
Beginn U. 182
Billon L. 185
Brabec C.J. 175, 594
Broos R. 466
Bruma M. 277, 877
Bryuzgin E. 132
Buback M. 692
Burghammer M. 782

Chen J.-P. 680
Chiska S. 277
Chisca S. 877
Chiu Y.-T. 680

Dijkstra P.J. 466
Dinescu G. 383
Donfack P. 872

Feijen J. 466

Gelissen A.P. 191

Hesse P. 692
Hutchinson R.A. 691, 692

Jonusauskas G. 649

Kausch-Busies N. 594
Kenmotsu T. 683
Kimenai A.J. 466
Kissin Y.V. 413, 414
Knop K. 616
Koeckelberghs G. 660
Korolkov I.V. 382
Korolev K. 132

Li L. 157
Lingwood M. 157
Lyubartsev A.P. 213

Madsen L.A. 157
Marque S.R. 97
Mashentseva A.A. 382
Materny A. 872
Mes E.P.C. 466

Min J. 175, 594
Mitu B. 383
Moeller M. 157
Müller A.H.E. 191

Navrotskiy A. 132
Nishide H. 132
Niyazova D.T. 382
Novakov I. 132

Osada Y. 131
Oyaizu K. 132

Persoons A. 660
Pipich V. 770
Plamper F. 152, 539
Plamper F.A. 191

Rosenthal M. 157, 466, 782
Rueda J.J.H. 157, 782

Sava I. 277, 877
Shubert U.S. 616
Sijbrandi N.J. 466
Stepanek P. 185
Surcin C. 585

Tadyszak K. 462
Talmon Y. 539
Taltenov A.A. 382
Takahashi K. 132

Verbiest T. 660
Vidal F. 585

Wandrey C. 602
Wolf A. 191

Xiong Y. 141

Yao P. 141
Yoshikawa K. 683

Zdorovets M.V. 382
Zhang H. 157
Zhang Qiushi 145
Zhu X. 157

Абаева А.Ф. 568
Абакумов М.А. 477, 532
Абакумова Т.О. 149, 465
Абаляева В.В. 254, 709

Абдикаримов М.Н. 464,
710

Абдрахманова Л.А. 313,
890, 711

Абдрашитов Э.Ф. 712

Абдуллина К.Д. 319

Абдурашидова Г.С. 713

Абдусаламов А.В. 200

Абилов Ж.А. 541

Аблеев Р.И. 663

Абрамов И.Г. 385, 583

Абрамчук С.С. 91, 719

Абрашитова К.А. 608

Авдеева Д.Н. 314

Агеева Т.А. 435, 636

Агибаева Л. 515

Агибаева Л.Э. 519

Агина Е.В. 163

Адамова Л.В. 611

Акентьев А.В. 176

Акопова Т.А. 487

Аксенова И.В. 885

Аксенова Н.П. 476

Аладышев А.М. 116, 580

Алдошин С.М. 236

Александров А.И. 325

Александров В.А. 332, 742,
850

Александрова В.А. 139

Александрова Г.П. 480

Алексамян К.В. 151

Алексашкин А.Д. 465

Алексеева Л.Г. 135

Алексеев В.В. 775

Алентьев А.Ю. 164, 277,
605

Алиев М.А. 662

Алиев Х.С. 785

Алимханова Ш.Г. 404

Алиновская В.А. 512, 513

Аллаяров С.Р. 456

Алферов К.А. 95

Алькенова Г.Т. 572

Альтшулер Г.Н. 170

Амелёхина Н.Г. 191

Амиров Р.Р. 184

Амирова А.И. 196, 540, 609

Амирова Л.М. 726

Амирова Л.Р. 715, 911

Ананьева Т.Д. 94, 540, 538

Андреев Е.А. 504

Андреева Л.Н. 500, 632

Анрианова Г.П. 916

- Андрианова Я.В. 642
 Андросова О.Г. 577
 Анисимов Д.А. 163
 Анохин Д.В. 157, 466
 Анохина М.С. 387
 Антимонов С.В. 668, 669
 Антипа Л.А. 870
 Антипов А.Е. 830
 Антипов Е.М. 249, 266, 466, 901
 Антонов С.В. 736, 912
 Аншин В.С. 716
 Апальков А.В. 922
 Апель П.Ю. 811
 Апрятина К.В. 270, 467
 Ардашева Л.П. 717
 Аржаков М.С. 569, 570
 Аржакова О.В. 718, 719
 Аронзон Б.А. 274
 Артемов М.В. 199
 Арутюнянц А.А. 449, 450
 Аскадский А.А. 235, 507
 Атовмян Е.Г. 96, 183
 Аулов В.А. 830
 Афанасьев Е.С. 235
 Ахмадеева Л.И. 195, 629, 660
 Ахмадова Д.А. 607
 Ахмедьянова Р.А. 315, 316
 Ахметкалиева Р.А. 543
 Ахметханов Р.М. 767
 Ахметшина А.И. 314
 Аширов Р.В. 323, 359, 373
 Ашуров Н.Ш. 335, 409

 Бабин А.Н. 760, 898
 Бабин И.А. 191
 Бабкина О.Н. 324, 439, 440
 Бабуркин К.А. 329
 Багинова Т.Н. 369
 Багитова Ж.К. 874, 875
 Багров Д.В. 494, 720, 928
 Багрянская Е.Г. 97, 353, 354
 Бадалян В.Е. 432
 Бадамшина Э.Р. 86, 317
 Баженов С.Л. 234
 Базаров Ю.М. 723
 Байгильдин В.А. 455, 468
 Байджанов А.Р. 664, 721, 688
 Бакалова М. 469
 Бакеев Н.Ф. 237, 278, 284, 718, 719, 865, 900, 928, 929
 Бакеева И.В. 571, 615
 Бакина Л.И. 467

 Бакиров А.В. 163, 553, 182
 Бакирова И.Н. 750, 854
 Баклагина Ю.Г. 574, 881
 Баклаушев В.П. 149
 Бакова Г.М. 388
 Бакулева Н.П. 250
 Бакытбеков Р.К. 371
 Балабаев Н.К. 206, 210, 212, 231, 702
 Балакаева И.В. 203
 Балакин В.М. 318, 319
 Балакина М.Ю. 554, 564
 Балалаева И.В. 94
 Бандурян С.И. 620
 Барабанов В.П. 258
 Барабанова А.И. 235, 722
 Барабанова Н.Н. 672
 Барабаш Е.С. 766
 Баранец И.В. 663
 Баранец Ю.Н. 798
 Баранников В.П. 723
 Баранников М.В. 723
 Баранов А.Н. 753
 Баранов В.Н. 757
 Баранов И.А. 270
 Баранов О.В. 364
 Баранцова А. 761
 Баранцова А.В. 724
 Барашкова И.И. 613
 Барелко В.В. 236
 Барник М.И. 592
 Барнягина О.В. 115, 431
 Баруздина О.С. 664, 688, 721
 Барышников М.Г. 668, 669
 Баскаков А.А. 725
 Баскаков С.А. 374
 Батенькин М.А. 283
 Батталов Э.М. 320
 Батуашвили М.Р. 321
 Батырбеков Е.О. 470, 471
 Беганцова Ю.Е. 559
 Бегунов Р.С. 556
 Бегунов Р.С. 563
 Бедин С.А. 713
 Безаметнов О.Н. 726
 Безрукова М.А. 500, 632, 660
 Безъязычная Т.В. 221
 Бейдер Э.Я. 860
 Бейсембаева Д.Р. 573
 Бекмагамбетова К.Х. 902
 Бексултанов Ж. 515
 Бектуров Е.А. 917
 Белавцева Е.М. 907
 Белевцев Я.Е. 531
 Белкина С.А. 248

 Белобржецкая-Коста Л.Н. 557
 Белов Г.П. 95, 98
 Белов Н.А. 164, 277, 727
 Белов П.А. 261
 Белогорохов И.А. 575
 Беломоина Н.М. 322, 563
 Белоусов С.И. 268, 728
 Беляев А.Ю. 140, 295
 Беляев В.В. 219, 672
 Беляева Е.В. 194
 Беляева Т.Н. 729
 Бережницкая А.С. 587
 Березин А.С. 610, 730
 Березин И.А. 582
 Березин М.П. 878
 Березкин А.В. 208
 Березкина Н.Г. 812
 Березнев С. 165
 Берендяев В.И. 558, 559
 Бержец В.М. 135
 Беркович А.К. 199, 255, 731
 Берлин А.А. 206
 Берлин Ал.Ал. 66, 153
 Бермешев М.В. 288
 Бермешева Е.В. 736
 Бессонова Н.П. 281
 Бибииков С.Б. 558
 Биглова Ю.Н. 166
 Билибин А.Ю. 87, 176, 195, 360, 361, 621, 628, 629
 Биличенко Ю.В. 123
 Бильдюкевич А.В. 859, 861
 Бильдюкевич Т.Д. 328
 Бирштейн Т.М. 204, 210, 228, 229, 686
 Благодатских И.В. 112, 507, 653, 749
 Благодатская А.С. 496
 Блинникова З.К. 89, 287
 Блинов Е.В. 260
 Блохина А.С. 611
 Бободжонова Г.Н. 484
 Боброва Н.В. 279, 617
 Бобровский А.Ю. 154, 178
 Богатыренко В.Р. 254
 Богданов Б.Д. 190
 Богданов Д.Л. 672
 Богданова Л.М. 256, 732
 Богданова О.И. 257
 Богданова С.А. 258, 654, 752
 Богданович С.П. 856
 Богдашкина Д.В. 612
 Богомоллова О.Э. 167, 560
 Богомоллова Т.Б. 548
 Богорад Н.Н. 94, 194

- Боева Ж.А. 168
 Боженкова Г.С. 323, 359
 Божок В.П. 420
 Бойко Г.И. 516
 Бойко Н.И. 99, 155, 592
 Бойко Ю.М. 244, 271, 733
 Бокун В.Ч. 712
 Болотова М.В. 734
 Большиков Б.Д. 699, 700
 Бонарцев А.П. 494
 Бонарцева Г.А. . 494
 Бондалетов В.Г. 665
 Бондаренко Г.В. 772
 Бондаренко Г.Н. 846, 912
 Боргеков Д.Б. 573
 Борисенко М.С. 495
 Борисов О.В. 185, 666
 Борисов Г.В. 665
 Борисов К.М. 916
 Борисов О.В. 204
 Борисова М.Э. 561, 562
 Борисова Н.А. 502
 Борисова Н.С. 900
 Борисова О.В. 185
 Борисюк С.С. 114
 Боровикова Л.Н. 144, 490
 Бородин И.П. 667
 Бородина И.А. 808
 Бородулина Т.А. 736, 912
 Борщев О.В. 163, 590, 169
 Ботвин В.В. 527
 Ботвинова О.А. 735
 Бочек А.М. 480, 336
 Бочкарев Л.Н. 559
 Бояндин А.Н. 472
 Бравая Н.М. 324, 439, 440
 Бранцева Т.В. 736
 Бревнов П.Н. 245, 259
 Бригаднов К.А. 123
 Бронштейн Л.М. 126, 272, 459
 Брунилин Р.В. 888
 Брюзгин Е.В. 737
 Бубнов Ю.Н. 405
 Бубнова А.С. 724
 Бубнова М.Л. 113, 173
 Бугаков М.А. 99, 155, 592
 Бугримов А.Л. 672
 Бугров А.Н. 770
 Будаговский И.А. 592
 Будков Ю.А. 216, 622
 Бузин А.И. 281
 Бузин М.И. 127, 325, 326, 531, 805, 907
 Бузин А.И. 269
 Букартик Н.М. 899
 Булах А.Б. 666
 Булакова С.А. 179, 386, 779
 Булычев Н.А. 738, 739
 Булычева Е.Г. 322, 563
 Бульенков Н.А. 220
 Бурашева Г.Ш. 541
 Бурбан А.Ф. 479
 Бурдуковский В.Ф. 444
 Бурибаева М.С. 501
 Бурилов А.Р. 715, 911
 Бурилова Е.А. 184
 Бурмистров А.А. 907
 Бурнашев А.И. 711
 Буров С.В. 445
 Бурова Т.В. 129, 141, 488
 Бурсиан А.Э. 196
 Буряк А.К. 656
 Бусыгина Е.А. 327
 Бусько Н. 761
 Бусько Н.А. 724
 Бутовская Г.В. 509, 652
 Бутрим Н.С. 328
 Бутрим С.М. 328
 Бухаркина Т.В. 734
 Буховец Е.В. 329
 Бушин С.В. 500, 660
 Быков Л.А. 236
 Быкова И.А. 457
 Быковский Д.В. 473
 Бычков Д.А. 149, 532
 Бычковский П.М. 512, 513
 Бычук М.А. 474
 Ваганова Л.Б. 330
 Вагнер С.А. 217
 Вакулюк П.В. 479
 Валеев Р.Р. 320
 Валенков А. 923
 Валетова Н.Б. 344
 Валиев М.В. 547
 Валуев И.Л. 142, 475
 Валуев Л.И. 71
 Валуева С.В. 331
 Валяева А.Н. 556, 563
 Ванников А.В. 834, 849
 Ванчугова Л.В. 475
 Варганов Р.Д. 485
 Варнавский А.Н. 740, 741
 Варюхин В.В. 332, 742
 Василевская В.В. 141, 670, 682, 683
 Василевская С.П. 668, 669
 Василенко И.В. 111
 Василенко Н.Г. 106
 Васильев А.Л. 274
 Васильев В.Г. 322, 613, 907
 Васильева Е.В. 100
 Васнев В.А. 364, 502
 Вассерман А.М. 613
 Вассерман Л.А. 476, 613
 Вахонина Т.А. 554, 564
 Вениаминов А.В. 603
 Вережников В.Н. 408
 Верижников М.Л. 882
 Веровкин А. 923
 Вершинин Н.Н. 254, 709
 Вершинина Ю.С. 614
 Визвои А. 743
 Викторова Е.Н. 679
 Вильданова Р.Р. 534
 Виноградова Л.В. 625, 820
 Вихорева Г.А. 139, 887
 Вишневецкий Д.В. 101
 Вишневский К.В. 333, 836
 Власов П.В. 279
 Власов П.С. 397, 585, 602, 631
 Власова К.Ю. 477
 Власова Н.М. 318
 Власова Н.П. 744
 Воейков Р.В. 478
 Войлов Д.Н. 183
 Волков А.Я. 763
 Волков В.А. 887
 Волков В.В. 114
 Волков И.В. 745
 Волков И.О. 250, 907
 Волкова А.В. 442
 Волкова И.Ф. 483
 Волкова Л.М. 907
 Волкова Н.Н. 256
 Волкова Т.В. 118
 Волкова Ю.А. 586
 Волова Т.Г. 472
 Волошинец В.А. 334, 746
 Волчек Б.З. 243
 Волинский А.Л. 237, 278, 284, 718, 719, 865, 900, 928, 929
 Вольфсон С.И. 814, 905
 Воробьев А.В. 822
 Воробьев А.Ю. 747
 Воронин О.Г. 504, 518
 Воронова Н.А. 748
 Ворошилова Т.М. 490
 Вортман М.Я. 479, 565
 Восканян П.С. 432
 Вохидова Н.Р. 335, 336
 Вретик Л.А. 337
 Вшивков С.А. 659
 Выгодский Я.С. 118, 235, 585, 602, 391
 Вылегжанина М.Э. 331
 Высоцкая М.А. 879

Вышиванная О.В. 653, 749

Габитов И.Т. 767

Гавлина О.Т. 170

Гаврилов А.А. 233, 517

Гаврилов Ю.А. 395

Гаврилов Ю.В. 734

Гаврилова И.И. 275, 445

Гаврилова Н.Д. 822

Гаврилова Н.Н. 288

Гагарин М.В. 355, 673

Гагиева С.Ч. 102, 413, 414

Гайдадин А.Н. 815

Гайдар А.И. 462

Галашина Н.М. 414

Галибеев С.С. 115

Галимзянова Р.Ю. 528

Галиуллин А.Н. 440

Галкина Н.В. 750

Галлямов А.А. 319

Гальбрайт Л.С. 630

Галяметдинов Ю.Г. 654,
752, 904

Галяс А.Г. 659

Ганиев Р.Ф. 681

Гарехбаш Н. 751

Гарина Е.С. 405

Гарифуллин Д.Ш. 318, 319

Гаришин О.К. 764

Гасанова Л.Г. 810

Гасилова Е.Р. 480

Гатауллин А.Р. 752

Гафурова М.П. 86

Гвоздик Н.А. 731

Гелис В.М. 170

Генералова А.Н. 505

Георгиу И.Ф. 753

Герасименко С.А. 754

Герасин В.А. 249, 266, 764,
872

Гераськина Е.В. 338, 421

Гервиц Л.Л. 391

Гилева Н.Г. 339

Гильман А.Б. 340, 383, 410,
411, 462, 463, 557, 755

Гирбасова Н.В. 621

Глаголев М.К. 682

Глаголева А.А. 670, 756

Гладких Ю.Ю. 925

Глебова Ю.А. 757, 758

Глова А.Д. 224

Глуховской В.С. 260

Говорун Е.Н. 218

Годовский Д.Ю. 560

Гойхман М.Я. 566

Голиков И.В. 896

Голикова О.А. 739

Голова Л.К. 78

Голованов Р.Ю. 870

Головин Ю.И. 477

Голодков О.Н. 95, 98

Голотина Л.А. 759

Голуб Н.В. 512, 513

Голубева Н.Д. 365

Голубь А.С. 805

Голяновская С.А. 476

Гомза Ю.П. 906

Горбаткина Ю.А. 280, 802

Горбунов А.И. 450

Горбунова И.Ю. 671, 341,
481

Горбунова Е.М. 499

Гордеев С.А. 777

Гореленков В.К. 748

Горелов Ю.П. 799

Горина С.Ю. 482

Горкунов М.В. 601

Городов В.В. 127

Горчакова В.М. 739

Горчев В.Ф. 493, 521

Горшкова И.А. 774

Горшкова М.Ю. 483

Горшкова Р.М. 136, 484,
547

Горшарик Н.Д. 876

Господинова Н.П. 406

Гостев А.И. 114, 342, 343,
424

Готлиб Ю.Я. 210

Гофман И.В. 566, 839

Гранчак В.М. 599

Грачев В.П. 113, 388

Грачева Т.А. 467

Гребенева Т.А. 760, 898

Гребенник Е.А. 505

Грибкова О.Л. 406, 834, 849

Григорьев М.М. 898

Григорьев Т.Е. 485

Григорян Э.С. 483

Гриднев А.А. 103

Гринберг В.Я. 129, 141, 488

Гринберг Н.В. 129, 141, 488

Грингольц М.Л. 347

Гринев В.Г. 429, 812

Гриневич Р.С. 189

Гриненко Н.Ф. 149

Гринфельд Е.А. 104

Гринюк Е.В. 652

Грицкова И.А. 143, 722

Гришин Д.Ф. 88, 105, 179,
330, 344, 380, 407

Гришин И.Д. 105, 179

Грищенко В. 761

Грищенко В.К. 599, 724

Грищук А.А. 183, 567, 96

Гродзюк Г.Я. 565

Гросберг А.Ю. 72

Гроховская Т.Е. 929

Грошикова А.Р. 523

Грушина В.В. 762

Грязнова И.М. 615

Губанова Г.Н. 593, 763

Губарев А.С. 275, 616, 631

Губарев Е.А. 520

Губин С.П. 909

Губский И.Л. 149, 465

Гудзенко Н.А. 724

Гуленова М.В. 880

Гулий Н.С. 566

Гуллер А.Е. 505

Гуменная М.А. 595, 596,
604, 162

Гумеров А.М. 314

Гумерова О.Р. 358

Гумирова В.Н. 713

Гуревич Я.М. 760, 898

Гуров Ю.П. 368

Гурова Д.А. 386

Гурский М.Е. 405

Гуртовенко А.А. 687

Гурьева Л.Л. 456, 567

Гусарова Е.Б. 206

Гусев Д.О. 345, 883

Гусев С.А. 885

Гусев Ю.К. 260, 346

Гусева М.А. 249, 764, 872

Гуськова О.А. 406

Гуцал А.В. 765

Даванков В.А. 89, 287, 790,
823

Давискиба П.М. 599

Давлетбаев Р.С. 314, 358

Давлетбаева И.М. 314, 358

Давыдова Н.К. 129

Дадиванян А.К. 219, 672

Дайнеко С.И. 531

Данилов Е.А. 734

Данченко Ю.М. 766

Даринский А.А. 205, 226,
684

Даутова А.Н. 486

Деваев А.Р. 339

Дегавцова В.П. 581

Деев И.С. 261

Деев С.М. 505

Дембо К.А. 250

Дементьева О.В. 895

Демина Т.С. 487

Демченко А.И. 106

Демченко Н.В. 106

- Денисова В.Н. 283
 Денисова Ю.И. 347
 Дергунов М.А. 348, 349
 Дергунов С.А. 348, 349
 Дериков Я.И. 350
 Джавадян Э.А. 732
 Джардималиева Г.И. 365, 866, 919
 Джатиева Р.Д. 181
 Джусипбеков У.Ж. 893
 Дзараева Л.Б. 568
 Дзедоева А.С. 450
 Дзидзигури Э.Л. 846
 Дмитриев И.Ю. 617
 Дмитрияков П.В. 281
 Добровольская И.П. 253
 Добродумов А.В. 342, 445
 Доброхотов О.В. 385, 583
 Добрынин С. 353
 Долгова А.А. 718, 719
 Долгова Е.В. 351
 Должников В.С. 569, 570
 Домнина Н.С. 397
 Донецкая С.А. 768
 Дорожкин В.П. 833
 Дорохов В.Г. 236
 Дорош М.Ю. 445
 Дремова Н.Н. 709
 Дресвянина Е.Н. 253
 Дроздов М.Н. 880
 Дронов М.А. 575
 Дружинина Т.В. 786
 Дубова Е.А. 447
 Дубовик А.С. 129, 141, 488
 Дубровский В.В. 856
 Дукова С.В. 356
 Дурас А.О. 333
 Дутов М.Д. 452
 Дуфлот В.Р. 447
 Духанина Е.Г. 352
 Дышин А.А. 772
 Дьякова М.Г. 351
- Евлампијева Н.П. 156, 489, 520, 651
 Евсеева Т.Г. 468, 603
 Егоров А.Е. 418
 Егоров В.М. 243
 Егоров Д.И. 769
 Егорова Е.А. 571
 Еделева М.В. 97, 353, 354
 Ежов А.А. 148, 350, 576, 264
 Ежова А.А. 143
 Ездакова К.В. 770
 Елинсон В.М. 146, 383
 Елисеева А.Е. 771
 Елисеева О.В. 772
- Елохин В.А. 574
 Ельяшевич Г.К. 242, 279, 617
 Емельянов А.И. 773, 862
 Емельянов Г.А. 262, 697
 Ергожин Е.Е. 400, 910
 Ерёмкин С.М. 431
 Ерицян В.К. 432
 Ермакова И.Н. 355, 673
 Ермакова Т.Г. 862
 Ермухамбетова Б.Б. 371, 515
 Ерухимович И.Я. 73, 488
 Ершов Д.Ю. 144, 490
 Ефимов А.В. 234, 900
 Ефимов О.Н. 254, 709
 Ефимова А.А. 491, 492, 497
- Жарков И.В. 324, 439
 Жатканбаева Ж.К. 544
 Желиговская Е.А. 220
 Желтоножская Т.Б. 906, 493, 506, 521, 522
 Жигалина В.Г. 591
 Жигунов А.Н. 406
 Жиженков В.В. 774
 Жирнов А.Е. 569, 570
 Жирякова М.В. 197, 618
 Житов Р.Г. 775
 Жубанов Б.А. 417, 902, 903
 Жуйков В.А. 494
 Жук И.В. 527
 Жукова Н.А. 588
 Жулина Е.Б. 185, 204, 666
 Журавлева Т.С. 783, 793
 Журавлева Ю.И. 184
 Журкин Д.В. 674
- Забалуева Н.П. 713
 Забегаева О.Н. 118
 Заборина О.Е. 387, 619, 640
 Заборова О.В. 152, 539
 Завгороднев Ю.В. 249, 776, 777
 Завин Б.Г. 235, 446, 907
 Завьялов С.А. 274, 783, 793
 Завьялова М.С. 397
 Загний В.В. 337
 Задеренко Т.В. 778
 Заиченко А.С. 401
 Зайдуллин И.С. 534
 Зайцев Б.Д. 808
 Зайцев И.С. 914
 Зайцев К.В. 111
 Зайцев С.Д. 100, 356, 386, 779, 392
- Зайцев С.Ю. 675, 676, 780, 914
 Зайцева А.В. 895
 Зайцева В.В. 675, 676
 Зайцева Г.С. 111
 Закиров И.М. 752
 Закревский В.А. 733, 892
 Замышляева О.Г. 357, 647
 Зансохова М.Ф. 638
 Зануага М. 761
 Заремский М.Ю. 185, 90, 405
 Зарипов И.И. 358
 Захаров А.Н. 428
 Захаров В.В. 603
 Захарова Е.М. 320
 Захарова Н.В. 495, 540
 Захарова Н.А. 804
 Захарова Ю.А. 128
 Захарченко А.С. 781
 Зачернюк Б.А. 384
 Звукова Н.Д. 454
 Звягин А.В. 505
 Здвижков А.Т. 325, 326
 Здоровец М.В. 573
 Зезин А.А. 91, 719, 773
 Зезин А.Б. 74, 189, 191, 638, 641, 843
 Зезин С.Б. 91, 843, 852
 Зезина Е.А. 719, 773
 Зеленецкий А.Н. 487, 545
 Зеленковский В.М. 221
 Зеленцов С.В. 496
 Земляков Д.И. 323, 359
 Земцова М.А. 601
 Зенитова Л.А. 486, 794
 Зинатуллина Р.С. 166
 Зинченко А. 198
 Зиятдинова А.Б. 184
 Злобинский Ю.И. 119
 Золотова Ю.И. 445, 500, 632
 Золотухина С.Ю. 642
 Золотько А.С. 592
 Зорин И.М. 176, 190, 195, 360, 361, 442, 628, 629, 87
 Зоткин И.И. 496
 Зотова О.С. 356
 Зубавичус Я.В. 274, 788
 Зубов В.П. 75, 135, 351, 505, 526, 571
 Зубова Е.А. 206, 222
 Зубова Н.Г. 803
- Ибраева А.К. 399

- Иванов В.А. 170, 207, 677, 680, 698, 788, 790
 Иванов В.Ф. 834, 849
 Иванов Д.А. 157, 782, 466
 Иванов И.В. 362
 Иванов М.Г. 155
 Иванов О.М. 811
 Иванов П.Л. 546
 Иванова А.Н. 678
 Иванова В.О. 195
 Иванова Н.В. 554, 564
 Иванова О.П. 783
 Иванова Т.С. 479, 565
 Иванчев С.С. 158, 578
 Иванчихина А.В. 273
 Иванькова Е.М. 244, 253
 Иванюк А.В. 119
 Ивашков О.В. 497
 Игнатовская М.В. 522
 Идрисов Р.А. 588
 Израйлит В.В. 498
 Изумрудов В.А. 148, 186, 618, 483
 Ильгач Д.М. 94, 194, 362
 Ильин А.А. 499
 Ильичев В.А. 559
 Ильчук Г.А. 899
 Ильясова А.Н. 870
 Ильяш М.Ю. 226, 689
 Иманбаев Р.Т. 500, 540
 Индейкин Е.А. 744, 804, 806, 816, 832, 889, 896
 Иноятова Ф.Х. 130
 Иовлева М.М. 620
 Ионов А.Н. 171
 Ионычев Б.Н. 120
 Иорданский А.Л. 494
 Ирмухаметова Г.С. 370, 371, 501
 Искаков Р.М. 902, 903, 417
 Исламова Р.М. 363
 Ислентьев С.В. 318
 Исмаилова А.Б. 470, 471
 Исмаилова К.К. 400
 Исмаилова Р.С. 784, 785
 Истомина А.В. 786
 Истратов В.В. 364, 502
 Иттел С.Д. 103
 Ихтиярова Г.А. 607
 Кабанов А.В. 77, 149, 189, 465, 477, 532
 Кабанова Л.В. 496
 Кабачий Ю.А. 805
 Каберов Л.И. 621
 Каблов В.Ф. 248
 Казаков А.И. 365
 Казаков В.А. 579
 Казанский А.Г. 825
 Казанцев О.А. 421
 Казанцева В.В. 454
 Калдыбеков Д.Б. 412
 Калинина А.А. 106, 127
 Калинина К.С. 365
 Камалова Д.И. 366
 Каминский В.А. 92
 Канагатов Б.Х. 353, 354
 Канатьева А.Ю. 679
 Канатьева А.Ю. 787
 Кандырин Л.Б. 826, 826
 Капралова В.М. 538
 Капрельянц А.С. 535
 Капустин Д.В. 526
 Каргов С.И. 170, 788, 790
 Карева Н.Д. 409
 Каримова Г.Р. 750
 Карлов С.С. 111
 Карманова О.В. 789, 897
 Карнаух Г.Е. 187
 Карпачева Г.П. 846
 Карпенко М.А. 378
 Карпушкин Е.А. 199
 Карпюк Е.А. 788, 790
 Карякин А.А. 107, 504, 518
 Касперович А.В. 367, 368
 Касьмова Д.Т. 845
 Касьяненко Н.А. 145
 Каширина Е.И. 135
 Каштанов Е.А. 791
 Квасников М.Ю. 238
 Квачадзе Н.Г. 774, 792
 Квятковский А.Л. 634
 Кепман А.В. 740, 741
 Кербер М.Л. 671
 Кечекьян А.С. 164, 239, 267, 340
 Кештов М.Л. 250, 276
 Кижняев В.Н. 108, 369, 775
 Кикоть И.П. 222
 Кильдеева Н.Р. 240, 503, 643
 Ким В.Е. 370, 371
 Ким М.А. 760, 898, 348
 Кимельблат В.И. 745, 703
 Киппер А.И. 144, 490
 Киреев В.В. 123, 434
 Кириллук И.А. 97, 353
 Кирюхин Д.П. 109, 236, 372, 374, 375, 390
 Киселев А.С. 286
 Киселев М.Б. 779
 Киселев М.Г. 216, 772
 Киселев С.А. 373
 Китаева Н.С. 457, 842, 922
 Кичигина Г.А. 236, 374, 375, 390
 Кишилов С.М. 110, 725
 Клапшина Л.Г. 94
 Клеймюк Е.А. 651
 Клепо В.В. 162
 Клечковская В.В. 574
 Клещева Н.А. 203, 203, 393, 394, 423, 535
 Клименко И.В. 793
 Клименко Н.С. 595, 596, 604, 162
 Климов В.В. 737
 Климчук Д.О. 906
 Климчук Д.А. 493, 521, 522
 Кличева О.Б. 376
 Ключев А.Ю. 876
 Клямкина А.Н. 116, 249, 580
 Клячко Н.Л. 465, 477
 Книжникова И.С. 598
 Кобец Л.П. 261
 Кобзарь Я.Л. 377, 436
 Кобина Н.Н. 741
 Ковалева Н.А. 222
 Коваль В.Н. 856
 Коварский А.Л. 558
 Ковригина Т.В. 572
 Кожевникова И.В. 794
 Козлов В.В. 263
 Козлов В.Г. 381, 415
 Козлов Н.Г. 876
 Козлова О.В. 781
 Койс Ю. 165
 Койфман О.И. 435, 636
 Кокарев М.Ж. 573
 Кокурина Н.Ю. 791
 Колендо А. 584
 Колесников А.Л. 216, 622
 Колесникова Н.Н. 508, 824, 828
 Колесов В.В. 808
 Колесов С.В. 122, 402, 403, 460, 461, 534
 Колзунова Л.Г. 378
 Колоколкина Н.В. 857
 Колосов Н.А. 379
 Колосова О.Ю. 623, 640, 851
 Колсанова Е.В. 655
 Колякина Е.В. 380
 Комар Л.А. 795, 796, 837
 Комаров П.В. 223, 680
 Комарова Г.А. 193
 Комкова М.А. 504
 Комкова О.М. 580
 Кондратенко М.С. 560, 600

- Кондратьева Е.А. 623
 Кондрашов Э.К. 922
 Кондюрин А.В. 796
 Кононова С.В. 574, 763
 Константинова Т.Н. 476
 Конюхова Е.В. 240
 Копица Г.П. 770
 Коптелов А.А. 797, 798
 Коптелов И.А. 797
 Коптяева Е.И. 514
 Копылов А.В. 730
 Копылова Н.А. 100, 120
 Коржова С.А. 862
 Коригодский А.А. 569
 Корлюков А.А. 446
 Корниенко П.В. 799
 Корнилов В.М. 174
 Коровин А.Н. 800
 Коровина Н.А. 381, 415, 529, 801
 Королев А.А. 679, 787
 Королев К.А. 737
 Королев Ю.М. 912
 Королева А.В. 508
 Короткова Н.П. 398
 Коротченко Н.М. 527
 Корохин Р.А. 280, 820
 Корчагина А.В. 532
 Корчина Л.В. 803
 Корыткова Э.Н. 763
 Корякалов Д.В. 318
 Косандрович Е.Г. 221, 823
 Косолапов А.Н. 441
 Коссов А.А. 172
 Костенко С.Н. 492
 Костерова Р.И. 512
 Костина Ю.В. 159, 282, 725
 Костюк С.В. 111
 Котельников В.А. 118
 Котова Д.С. 804
 Котова М.С. 575
 Котомин С.В. 264
 Коттэ Э. 489
 Кочев С.Ю. 805
 Кочкина Н.В. 806
 Кочкина Н.Е. 681, 807
 Кочнева И.К. 505
 Кочнева И.С. 173
 Кошелев К.Б. 696
 Кравец Л.И. 146, 383
 Кравцова В.Д. 417, 902, 903
 Кравченко И.В. 217
 Крайкин В.А. 320, 339, 418, 461, 460
 Крамаренко Е.Ю. 230, 241, 808
 Красильникова О.К. 536
 Краснов А.П. 250
 Краснопеева Е.Л. 820
 Красова А.С. 194
 Крашенинников В.Г. 259, 395, 580, 812, 813, 429
 Краюхина М.А. 749
 Кремнев Р.В. 574
 Кретон К. 225
 Кривогуз Ю.М. 809
 Криничная Е.П. 783
 Кристи М. 763
 Крицкая Д.А. 712
 Кротова О.А. 367
 Круглова Е.Н. 270
 Круль Л.П. 509, 652, 661
 Крутько Е.С. 286
 Кручинина Е.В. 574
 Крылов А.В. 482
 Крылова И.А. 238
 Крючкова С.В. 810
 Кряжев Д.В. 756
 Кубарьков А.В. 873
 Кувайцева М.А. 713, 811
 Кудайбергенев С.Е. 844, 917
 Кудинова О.И. 245, 812, 813
 Кудрявцев Я.В. 80, 208, 347
 Кудряшова И.Н. 384
 Кудышкин В.О. 707
 Кузина А.Н. 187
 Кузина С.И. 390
 Кузнецов А.А. 92, 321, 340, 385, 410, 411, 419, 437, 452, 462, 755, 463
 Кузнецов А.А. 463
 Кузнецов В.А. 112, 147, 469, 627
 Кузнецов С.И. 339
 Кузнецова А.В. 744
 Кузнецова И.Е. 808
 Кузнецова Н.В. 496
 Кузнецова Н.П. 862
 Кузнецова О.А. 814
 Кузнецова О.П. 886
 Кузнецова Ю.Л. 392
 Кузнецова Я.А. 265, 511
 Кузуб Л.И. 256, 567, 732
 Кузьминых Н.Ю. 662
 Кузьмичев А.К. 798
 Кузьмичева Т.А. 467
 Кукаркина Н.В. 94, 362
 Кукина О.С. 646
 Куковинец О.С. 534
 Кулагина Т.П. 187
 Кулакова В.К. 615
 Кулебякина А.И. 624
 Кулиев М.М. 784, 785
 Куликов Е.Е. 386
 Куликова М.Ю. 815
 Куличихин В.Г. 78
 Кулиш Е.И. 542, 924
 Кульвелис Ю.В. 361, 625, 628, 820
 Куницкая Л.Р. 506
 Куперман А.М. 280
 Купцов С.А. 240
 Курамшина А.М. 387
 Курбатов В.Г. 806, 816
 Курбатова Ю.В. 817
 Курганов А.А. 679, 787
 Куренков В.В. 266
 Куркин Т.С. 239, 267, 282
 Курлянд С.К. 663
 Курмаев Д.А. 427
 Курмаз С.В. 173, 273, 564
 Курманова В.Е. 626
 Курочкин С.А. 113, 388, 426
 Курская Е.А. 507
 Курындин И.С. 242, 617, 819
 Кутергина И.Ю. 576
 Кутин А.А. 331, 593
 Кухта Т.Н. 818
 Кучанов С.И. 79, 678, 722
 Кучкина Н.В. 126, 272, 389, 459
 Кучмий С.Я. 565
 Куш П.П. 236, 374, 375, 390
 Кушев П.О. 112, 627
 Кыдралиева К.А. 866
 Кычанов В.Е. 318
 Лавлинская М.С. 473
 Лаврентьев В.К. 819
 Лавров Н.А. 468
 Ладыгина Т.А. 813
 Лазутин А.А. 682, 683
 Лалаян С.С. 413, 414
 Лаптева О.С. 357
 Лаптинская Т.В. 141, 188, 577
 Лапшина И.В. 356
 Ларинова С.Н. 661
 Ларин Д.Е. 218
 Ларин С.В. 209, 224, 687
 Ларина В.Н. 791
 Лачинов А.Н. 125, 174, 747
 Лебедев В.С. 398
 Лебедев В.Т. 625, 628, 820, 361
 Лебедев Д.В. 244
 Лебедев С.Н. 140
 Лебедева Е.В. 195, 629

- Лебедева Т.Н. 870
 Левит М.Л. 520
 Левитин С.В. 630
 Лезов А.А. 195, 629, 631, 632, 660
 Лезов А.В. 631
 Лемешко В.Н. 479, 565
 Лемкина Л.М. 481
 Лемпорт П.С. 765
 Лененко Н.Д. 805
 Леньшина Н.А. 458
 Леонтьев В.Л. 558, 559
 Лермонтова С.А. 94
 Лесничая В.А. 173
 Лешкевич А.В. 333
 Лешкевич А.О. 823
 Лещинская А.П. 523
 Ликумович А.Г. 315, 316
 Лизунов Н.Е. 811
 Лилеев А.С. 203
 Линднер Э. 348
 Лирова Б.И. 908
 Лисаневич М.С. 528
 Литвинова Л.С. 582
 Литманович А.Д. 80, 347
 Литманович Е.А. 771
 Лихачев А.Н. 510
 Лихоманов В.С. 578
 Лобан О.И. 619
 Лобач А.С. 579
 Ловчиков В.А. 697
 Логунова А.А. 114
 Лозинская Е.И. 391, 585, 602
 Лозинский В.И. 387, 615, 619, 626, 635, 640, 643, 623
 Локтева А.А. 283
 Ломакин С.М. 259
 Лопатин М.А. 283
 Лопатина Т.И. 283
 Лореция Н.Л. 566
 Лотонов А.М. 821, 822
 Лубенцова К.И. 823
 Лугин В.Г. 367
 Лудин Д.В. 392
 Луканина Ю.К. 508, 824
 Лукашева Н.В. 706
 Луковкин Г.М. 569, 570
 Лунев И.А. 643
 Лункина Г.В. 885
 Лупоносов Ю.Н. 175, 553
 Лупоносов Ю.Н. 594, 651
 Лыпенко Д.А. 582
 Лысенко Е.А. 189
 Лысякова Л.А. 145
 Лыткина Д.Н. 527
 Любимова Н.А. 272, 841
 Любченко Н.П. 516
 Люлин А.В. 224
 Люлин С.В. 209, 224, 687
 Люсова Л.Р. 499
 Лютикова Е.А. 908
 Ляпков А.А. 373, 665
 Лященко А.К. 203
 Магеррамов А.М. 784
 Мазо М.А. 206, 210, 212, 231, 702
 Маилян А.К. 533
 Макаров И.А. 176, 360
 Макаров И.И. 870
 Макаров И.С. 78
 Макаров О.В. 499
 Макарова А.С. 841
 Макарова Л.И. 907
 Макарова Н.Н. 451, 858
 Максимова Е.Д. 148
 Максимова О.Г. 664, 688, 721
 Максин В.И. 522
 Малахов С.Н. 268, 728
 Малахова Ю.Н. 269
 Малов В.В. 825
 Малышкина И.А. 602, 658
 Мальцев Е.И. 582
 Малюкова Е.Б. 738, 739
 Мамедов В.А. 588
 Мамышева О.Н. 448
 Мангазбаева П.И. 515
 Мангазбаева Р.А. 404, 519, 845
 Маневич Л.И. 206, 678
 Манжай В.Н. 200
 Манойлина О.А. 639
 Марголин А.Л. 580
 Марихин В.А. 243, 244
 Маркелов Д.А. 210, 684
 Маркин А.В. 270, 357, 549, 880, 714, 716, 826
 Марков В.А. 826
 Мартемьянова Ю.А. 207, 677, 698
 Мартыненко А.И. 393, 394, 423
 Марченко Л.А. 509
 Масталыгина Е.Е. 510, 828
 Матвеев А.А. 646
 Матвеев В.В. 210
 Матвеева В.Г. 272, 841
 Маткивская Ю.О. 338, 421
 Матнишян А.А. 902
 Матушкин Н.И. 442
 Матюшина Н.В. 839
 Махаев В.Д. 440
 Махаева Е.Е. 612, 658
 Махкамов Х.К. 136, 484
 Махонина Л.И. 113
 Мачуленко Л.Н. 768
 Машенцева А.А. 573
 Машкова Д.А. 644, 868
 Медведева А.С. 829
 Медведева Д.А. 243
 Медведева Н.А. 461
 Мейер Х. 214
 Мейлихов Е.З. 685
 Меленевская Е.Ю. 625
 Мелешко Т.К. 94, 194, 362
 Мелик-Нубаров Н.С. 148, 152, 530
 Мелликов Э. 165
 Мельников А.Б. 190, 628
 Мельников В.П. 103
 Менделеев Д.И. 830
 Меняшев М.Р. 423
 Мерекалов А.С. 601
 Мерззликина Д.А. 695
 Мерзляков А.Ф. 795
 Мешкова И.Н. 395
 Мещанкина М.Ю. 265, 511
 Мещерякова Г.П. 831
 Мещерякова И.Н. 330
 Мизеровский Л.Н. 869, 870
 Милакин К.А. 160
 Миленин С.А. 127
 Милёхин Ю.М. 646
 Милославская В.В. 832
 Милославский Д.Г. 316, 315
 Милушева Р.Ю. 130, 396, 409
 Милушкова Е.В. 143
 Милютин В.В. 170
 Миниахметов А.А. 915
 Минигалиев Т.Б. 833
 Минязева З.Р. 909
 Мироненко Н.С. 454
 Миронова Е.Ю. 488
 Мирончик В.О. 512, 513
 Мирошников Ю.П. 863
 Мисорин А.К. 686
 Митина Н.Е. 401, 834
 Михайлик Е.С. 239
 Михайлов А.И. 390
 Михайлов И.В. 205
 Михайлова М.Е. 397, 629, 645, 835
 Михайлюк А.Е. 248
 Михеев В.В. 166
 Мищенко А.А. 398
 Могнонов Д.М. 444
 Мозгалёв В.В. 836

- Мозырев А.Г.** 367
Моисеенко А.В. 577
Мойкин А.А. 338, 421
Мокшина Н.Я. 473
Молчанов В.С. 241, 633, 634
Монахова К.З. 239
Монахова Т.В. 116, 580
Монин Е.А. 457
Монцибович Р.О. 899
Моргунов Г.К. 887
Морозов Д.А. 353
Морозов И.А. 150, 795, 837
Морозова А.Ю. 465
Мосеева Е.М. 791
Москаленко Ю.Е. 424
Москалец А.П. 225
Москалюк О.А. 253
Москвина М.А. 865
Мохирева К.А. 795, 838
Мочалова А.Е. 270, 467, 549, 756
Мубаракшин Р.Р. 115, 431
Мубаракшина Л.Ф. 313
Мударисова Р.Х. 514
Мудров А.Н. 435
Музафаров А.М. 81, 106, 117, 124, 127, 169, 433, 609
Муканов К.Н. 550
Мукменева Н.А. 767
Мун Г.А. 370, 371, 501, 515, 519, 541, 874, 875, 201
Мун Г.И. 412, 551
Мурадян В.Е. 580
Муронец В.И. 537
Мусаев Ж.Д. 917
Мусиенко А.И. 206
Мусин И.Н. 528, 905
Мусина Т.К. 620
Мустафин А.Г. 166
Мустафина Т.Б. 465
Мухамедова Р.Ф. 399, 516
Мухаметканова А.М. 875
Мухидинов З.К. 136, 484, 547
Мухитдинова Б.А. 400
Мухтаров А.Р. 833
Мырзабек А.Б. 543
Мышак В. 761
Мягкова Л.А. 839
Мягкота О.С. 401
Мясникова Л.П. 243, 244

Навроцкий А.В. 128, 352, 614, 737, 815
Нагаев И.Х. 635

Назаров В.Г. 355, 673
Назаров Л.И. 517
Назарова О.В. 445, 500, 632
Назарычев В.М. 209, 224, 687
Назмиева Г.Н. 554, 564
Накан У. 874
Насибуллин И.И. 122, 402, 403
Насонова К.В. 625
Настулявичус А.А. 664, 688, 721
Наумкин А.В. 250
Наумов А.К. 588
Нгуен Д.А. 891
Неделькин В.И. 384
Недорезова П.М. 116, 249, 580
Неелов И.М. 689, 226, 684
Неёлова О.В. 581
Нежный П.А. 812
Нейберте Б. 923
Некрасов А.А. 834, 849
Некрасов А.В. 153
Некрасова Т.Н. 500, 632, 770
Несин С.Д. 906
Несмелов А.А. 829
Нестеров В.Н. 529
Нестерова Е.А. 284
Нестерова Е.Ю. 840
Нестеронок П.В. 690
Нечаев А.В. 505
Нечаев А.И. 768
Нечаев С. 211
Низамов Р.К. 711
Никитин А.Н. 691, 692
Никитин Д.А. 327
Никитин Л.Н. 322, 546, 900
Никитин М.П. 505
Никитина А.И. 400, 910
Никитина В.Н. 518
Никитина Л.В. 327
Никифорова Г.Г. 531, 325, 907
Николаев А.Ю. 277, 250, 877
Николаев М.А. 635
Николаева Г.Ю. 249, 776, 777, 872
Николаева Е.А. 337
Николаева Е.С. 903
Николаева М.Н. 271
Николаева О.И. 636
Никонова А.А. 148
Никонорова Н.А. 564
Никонорова Н.И. 284, 900

Никошвили Л.Ж. 272, 841
Никулова У.В. 637
Нифантьев И.Э. 119
Нишиде Х. 737
Ноа О.В. 219
Новиков И.А. 128, 248, 345, 352, 415, 614, 639, 737, 883, 888
Новик В.К. 822
Новиков В.Т. 552
Новиков Г.Ф. 317, 732
Новиков Р.А. 326
Новикова А.А. 457, 842, 922
Новикова Е.В. 814
Новикова М.А. 283
Новокшенова Л.А. 245, 249, 259, 429, 438, 776, 812, 813
Новосельцева А.А. 618
Новоскольцева О.А. 638, 843
Ноговицын Е.А. 216, 622
Носикова Ю.Р. 200
Носова Г.И. 582, 583, 835
Нуколова Н.В. 149, 465, 478, 532
Нурахметова Ж.А. 844
Нурғалиева Г.О. 893
Нуриддинова Ф. 607
Нурмахамбетова А.А. 519
Нурпеисова Ж.А. 404, 845
Нфзарова Ф. 607
Нысенко З.Н. 531

Образцова Н.А. 273
Обрезкова М.А. 117
Обыденнова И.В. 475
Овденко В. 584
Овчаренко В.И. 354
Одарченко Я.И. 466
Одинцова В.В. 405
Озерин А.Н. 239, 246, 267, 282
Озерин А.С. 639
Озерин С.А. 274
Озкан С.Ж. 263, 846
Окатова О.В. 275, 616
Округин Б.М. 226, 489, 520, 689
Окулов К.В. 847
Олейник Э.Ф. 212, 231, 702, 848
Олейникова Е.В. 644, 868
Омельченко О.Д. 406, 849
Оптов В.А. 395, 777
Орехов А.С. 274, 574

- Орехов Н.Д. 227
 Орлинсон Б.С. 888
 Орлова Д.Н. 625, 820
 Осина Ю.К. 562
 Осипов М.А. 601
 Осоргина И.В. 150
 Остаева Г.Ю. 762, 771, 850
 Отегенова Г.К. 543
 Охотина Н.А. 814
 Ощепков А.С. 640
 Ощепкова М.В. 640, 851
- Павлов Г.М. 202, 275, 616, 835
 Павлова Л.Ф. 89
 Павловская М.В. 407
 Падохин В.А. 681, 807
 Паливан К.Г. 396
 Панарин Е.Ф. 82, 275, 336, 445, 500, 523, 632
 Панин А.Н. 324, 439
 Панина Н.Н. 760, 898
 Панков И.В. 408
 Панкова Г.А. 455
 Панкратов А.В. 693
 Панов Ю.Т. 398, 693, 735, 847
 Панова И.Г. 428, 852
 Панова Т.А. 581
 Панова Т.В. 641
 Папинова А.В. 627
 Паписов И.М. 771, 850
 Паписова А.И. 762, 850
 Папков В.Н. 260
 Папков В.С. 326, 613, 907, 325, 129
 Парахин И.В. 853
 Парашук Д.Ю. 163
 Парилова Е.В. 342
 Пархоменко Д.А. 97, 353, 354
 Парцевская С.В. 493, 521
 Пасерб М.А. 854
 Пастухов А.В. 89, 790, 823
 Патлажан С.А. 217
 Пауль В. 677
 Паутов В.Д. 500, 540
 Пахомов А.А. 177
 Пахомов П.М. 223, 247, 642
 Пахотин В.А. 733
 Пашинин П.П. 249, 776, 777, 872
 Пашкин И.И. 482
 Пенкина Н.А. 332, 742
 Пергушов Д.В. 152, 191
 Перегудов А.С. 326
- Перепелицина Е.О. 113, 119, 183, 388, 413, 414, 426
 Пермьякова Н.М. 506, 522
 Перов Н.С. 241, 321, 571
 Песецкий С.С. 855, 856
 Пестов А.В. 147
 Петров Э.С. 813
 Петрова А.В. 857
 Петрова В.А. 574
 Петрова И.М. 858
 Петрова Л.Г. 850
 Петрова Т.Л. 108, 369
 Петрова Т.О. 664
 Петросян А.С. 139
 Петрушина Т.Е. 768
 Петрюк И.П. 248
 Пикуцкая Е.С. 859
 Пименов В.Г. 653
 Пинхасик Е.М. 348, 349
 Пирнязов К.К. 409
 Пирязев А.А. 830
 Пирязев А.В. 883
 Писарев О.А. 133, 144, 490, 523
 Пискарев М.С. 340, 410, 411
 Пискун Ю.А. 111
 Пискунов А.В. 330
 Плаксин С.А. 150
 Платонов М.М. 860
 Плащина И.Г. 141, 476
 Плетнёва И.В. 395
 Плехов О.А. 764
 Плешков А.С. 490
 Плиско Т.В. 861
 Плишкин Н.А. 365
 Плуталова А.В. 101, 110, 725, 447
 Подешво И.В. 566
 Подзорова М.В. 524, 525
 Подорожко Е.А. 643
 Подсёвальникова А.Н. 195, 629
 Поздняков А.С. 773, 862
 Поздняков М.А. 527
 Поисова Т.П. 646
 Пойменова О.В. 789
 Покатилов Ф.А. 108, 369
 Полдушов М.А. 863
 Полинская М.С. 175
 Полоник В.Д. 864
 Полоцкая Г.А. 566, 820
 Полоцкий А.А. 204, 210, 228, 686, 694
 Полушин С.Г. 192
 Полушина Г.Е. 631
- Польщиков С.В. 580
 Поляков Д.К. 257
 Полякова И.В. 523
 Полянин А.В. 863
 Полянская В.В. 865
 Помогайло А.Д. 919, 365, 732
 Помогайло Д.А. 866
 Помогайло С.И. 866
 Понкратов Д.О. 391, 585, 602
 Пономарев А.Н. 712
 Пономарев А.Ф. 747, 915
 Пономарев И.И. 586, 591
 Пономарев Ив.И. 586, 591
 Пономаренко А.Т. 867
 Пономаренко С.А. 594, 83, 163, 169, 175, 553, 590, 651, 842, 922
 Попов А.А. 134, 510, 524, 525, 828, 508
 Попов А.П. 346
 Попова А.П. 758
 Попова Е.Н. 839
 Попова Л.В. 789
 Попова Н.И. 393, 394, 423
 Попова Т.П. 787
 Посудиевский О.Ю. 849
 Потапов Е.Э. 367
 Потемина Е.Б. 832
 Потехин С.А. 488
 Потехина Л.Н. 644, 868
 Похощев Ю.В. 445
 Почивалов К.В. 869, 870
 Праздничный А.М. 268
 Привалко Э.Г. 871
 Примаченко О.Н. 578
 Примжарова С.Т. 412
 Приходько В.М. 850
 Прозорова Г.Ф. 773, 862
 Прокопов Н.И. 422
 Прокопчук Н.Р. 864, 876
 Проскурина В.Е. 904
 Простякова А.И. 526
 Прохоров К.А. 249, 776, 777, 872
 Прохоров А.В. 135
 Прут Э.В. 151, 886
 Прятко Е.Ю. 572
 Прякина Т.А. 235
 Пурцеладзе В.И. 262
 Пыжонкова В.В. 757, 758
 Пышкина О.А. 160, 873
 Пышнограй Г.В. 695, 696
 Пятникова Д.А. 491
- Рабенок Е.В. 317, 732

- Рабинович А.Л. 213, 674
 Радованова Е.И. 244, 243
 Радченко Ф.С. 639
 Расвська А.Е. 565
 Развадовский Е.Ф. 153
 Разоренов Д.Ю. 586, 591
 Рассказова Л.А. 527
 Рахманова В.Н. 130
 Рахматуллина К.Ф. 854
 Рахматуллина Э.Р. 528
 Рахметуллаева Р.К. 874, 875
 Рашидова С.Ш. 130, 335, 336, 376, 396, 409
 Ребров Е.А. 117
 Ревегук З.В. 145
 Редина Л.В. 857
 Резниченко Д.С. 817
 Резниченко С.В. 748, 757, 758
 Ремизов А.Б. 366
 Решетов П.Д. 135
 Ризаханов Р.Н. 579
 Ришина Л.А. 413, 414
 Рогачев А.А. 509
 Рогачева В.Б. 641, 638, 843
 Роговина С.З. 151
 Родин В.М. 262, 697
 Родионов И.А. 276
 Родионова А.С. 207, 698
 Рожкова Е.И. 876
 Розенцвет В.А. 381, 415, 529, 801
 Розов Р.М. 332, 742
 Романов Г.А. 476
 Романов Д.П. 819, 881
 Романов С.В. 735
 Романова О.А. 238
 Романюк А.В. 530
 Ромашкова К.А. 763
 Ронова И.А. 277, 727, 877
 Ротинян Т.А. 645
 Рошупкин В.П. 416, 878
 Рошупкина О.С. 416
 Рубцов К.В. 527
 Руденко Д.А. 921
 Руднев С.Н. 848
 Рудой В.М. 895
 Рудь О.В. 204, 229
 Румянцев А.М. 230
 Румянцев Б.М. 558, 559
 Русаков С.Л. 457
 Русина С.Ю. 879
 Русинова Е.В. 659
 Руссиян Л.Н. 420
 Рухля Е.Г. 278, 928, 929
 Рыбакова Л.Ф. 813
 Рывкина Н.Г. 812, 877
 Рыжков А.В. 579
 Рытченков Н.Н. 800
 Рюмцев Е.И. 156, 192, 645
 Рябев А.Н. 619, 626, 635, 643
 Рябов С.А. 779
 Рязанцев Д.Ю. 135
 Рязанцева Т.В. 146
 Сабанов В.Х. 568
 Савельева А.А. 167
 Савченко И.А. 587
 Сагитов Р.Ф. 668, 669
 Сагитова Е.А. 249, 776, 777, 872
 Саид-Галиев Э.Е. 250, 531
 Салазкин С.Н. 125, 174, 320, 325, 326, 339, 454, 613, 768, 848
 Саламатина О.Б. 848
 Саламаха И.В. 840
 Салимгареева Д.С. 767
 Саломатина Е.В. 880
 Самойленко А.А. 813
 Самойлова Н.А. 507, 749
 Сандалова Т.О. 532
 Сапожников Д.А. 118
 Сапрыкина Н.Н. 839
 Саратовских С.Л. 324, 239, 440
 Сариева Р.Б. 417, 903
 Сарова Н.Б. 544
 Саутина Н.В. 258
 Сафиуллин Р.Л. 403
 Сафиуллина Т.Р. 794
 Сафронов А.П. 611
 Сафронов С.А. 815
 Сафронова Е.Ю. 605
 Сахаров А.М. 531, 653
 Сахарова А.А. 118
 Сахарова Н.А. 248
 Сахипова И.И. 418
 Сверлова Н.А. 523
 Светличный В.М. 839
 Свидченко Е.А. 419, 545
 Свирщевская Е.В. 135
 Свистков А.Л. 701, 796, 838
 Северин А.В. 881
 Седелкин В.М. 644, 868
 Седлакова З. 648
 Седов И.В. 119, 420
 Седова Э.А. 418
 Седуш Н.Г. 498, 533
 Семакин С.В. 373
 Семаков А.В. 78
 Семашко В.В. 588
 Семенов А.Н. 214
 Семенова М.Г. 387
 Семенычева Л.Л. 338, 421
 Семенякин Н.В. 597, 648
 Семисалова А.С. 241
 Семчиков Ю.Д. 100, 120, 356, 647
 Семчишен В.А. 505
 Сенин А.А. 488
 Сербин А.В. 232, 699, 700
 Сергеев В.Г. 160, 167, 168, 199, 255, 731, 873
 Сергеева О.Ю. 397
 Сергеева С.Н. 432
 Сергиенко Н.В. 446
 Серебряков Е.Б. 224
 Серенко О.А. 124, 778
 Серова В.Н. 588, 882
 Серушкина О.В. 452
 Серхачева Н.С. 422
 Сивов Н.А. 121, 393, 394, 423
 Сивохин А.П. 421
 Сивцов Е.В. 93, 101, 114, 342, 343, 424, 425
 Сигаева Н.Н. 122, 402, 403, 534
 Сигалаев С.К. 579
 Сиган А.Л. 419
 Сидоренко Н.В. 345, 883
 Сидоренко О.Е. 707, 708
 Сидоров О.И. 646
 Сидоров С.В. 589, 884
 Сизов А.С. 163
 Силантьев М.А. 426
 Силкина Е.Н. 395
 Симаненкова Л.М. 503
 Симонова А.А. 647
 Симонова М.А. 194, 357, 647
 Симонова Ю.А. 535
 Синицина О.В. 877
 Синицына О.В. 178
 Синицына Т.Н. 453
 Сиротин И.С. 123
 Ситникова В.Е. 247
 Скачков А.М. 897
 Скворцов И.Ю. 78, 255
 Скобелева О.А. 807
 Скоротецкий М.С. 169, 590
 Скупов К.М. 586, 591
 Славянов В.И. 645
 Словохотов Ю.Л. 788
 Смаев М.П. 592
 Сметанников О.В. 119
 Смирнов А.Г. 219
 Смирнов В.Ф. 756

- Смирнов Л.П. 187
 Смирнов М.А. 279, 617
 Смирнов Н.Н. 554, 564, 583
 Смирнов Ю.Н. 236, 456, 920
 Смирнова Л.А. 270, 467, 756, 880, 549
 Смирнова М.Ю. 540
 Смирнова Н.М. 736
 Смирнова Н.Н. 270
 Смирнова О.Н. 467, 549, 756
 Смыслов Р.Ю. 271, 582, 770
 Соколов А.К. 140
 Соколов В.В. 503, 885, 505
 Соколов И.И. 760
 Соколов П.А. 145
 Соколова М.П. 331, 593
 Солдатов В.С. 221, 690, 823
 Солдатов М.А. 124
 Соловская Н.А. 583, 582
 Соловский М.В. 495, 540
 Соловцова О.В. 536
 Соловьева Д.О. 780
 Соловьева Е.Н. 384
 Солодилов В.И. 280, 802
 Солодов А.Н. 184
 Солодухин А.Н. 594
 Солодько В.Н. 701
 Соломатин Д.В. 886
 Соломевич С.О. 512
 Солянкина М.А. 503
 Сони́на А.Н. 887
 Сопотов Р.И. 671
 Сорокина А.В. 443
 Сорокина Е.В. 888
 Сорокина С.А. 126, 272, 389, 459, 537
 Сорочкина К.Р. 427
 Спиридонов В.В. 428, 852
 Спиридонова Р.Р. 441
 Спицына Н.Г. 579
 Старанникова Л.Э. 288
 Староверова О.С. 889
 Старовойтова И.А. 890
 Стародубцев А.В. 318
 Стародубцев С.Г. 193
 Старостина И.А. 891
 Старчак Е.Е. 249, 429, 438, 776
 Стегайлов В.В. 227
 Степанов А.А. 219
 Степанов Г.В. 241, 808
 Степанова А.Б. 831
 Степанова Т.П. 538
 Столяров В.П. 355, 673
 Столярова Д.Ю. 485
 Стороженко П.А. 106
 Стоянов О.В. 891
 Стрелкова Т.В. 325, 858
 Стрельников И.А. 212, 231, 702
 Стрельцов Д.Р. 281, 462
 Стройлова Ю.Ю. 537
 Стрюцкий А.В. 595, 596, 604, 162
 Стяжина Т.А. 883
 Субботин А.В. 215
 Сударь Н.Т. 892
 Сулейменов И.Э. 597, 548
 Сулейменов Э.Н. 597
 Султанов Ю.М. 430
 Сульман Э.М. 272, 841
 Сурин М.Н. 169
 Сурин Н.М. 419, 462, 545, 590
 Суровяткина Е.В. 649
 Суханов П.П. 703
 Суханова А.Н. 431
 Суханова Т.Е. 331, 593, 763, 819
 Сухов Б.Г. 480
 Сыбачин А.В. 152, 539, 497
 Сыромятников В.Г. 587, 598, 337
 Сысюк В.Г. 599
 Тавакалян Н.Б. 432
 Тажбенова Г.Б. 543
 Такахаша К. 737
 Талис А.Л. 704, 705
 Талызенков Ю.А. 475
 Талызин И.В. 223
 Тальрозе Р.В. 350, 161, 601
 Тамеев А.Р. 825, 849
 Тамм М.В. 517
 Танаса Ф. 761
 Тарабукина Е.Б. 194, 495, 540
 Тарасевич Б.Н. 929
 Тарасов А.В. 847
 Тасмагамбет А. 400
 Тасмагамбет А.Т. 550
 Татарина Е.А. 839
 Татарова Л.Е. 354
 Татыханова Г.С. 844
 Таубаева А.С. 893
 Тахсин А. Саки 714
 Тверской В.А. 351, 834
 Теми́рханова Г.Е. 515, 541
 Темников М.Н. 433
 Темнов Д.Э. 894
 Теньковцев А.В. 196, 593
 Терехин В.В. 895
 Терехов И.В. 434
 Терешко А.Е. 896
 Тертышная Ю.В. 524, 525
 Тикунова Е.П. 267, 282
 Тиман С.А. 286
 Тимофеева Л.М. 203, 535
 Тимпу Д. 763
 Титика Т.Ю. 609
 Титова А.В. 144
 Титова О.И. 788, 790
 Тихомиров С.Г. 346, 789, 897
 Тихомирова И.Н. 765
 Тихонова О.В. 402
 Тищенко А.С. 435
 Ткаченко А.С. 125, 454
 Ткаченко И. 727
 Ткаченко И.М. 377, 436
 Ткачук А.И. 760, 898
 Токарев В.С. 899
 Токарев С.В. 899
 Толеп Е.Б. 903
 Толкачев А.В. 422
 Толмачев Д.А. 706
 Толочкова А.Н. 330
 Толстиков С.Е. 354
 Толстов А.М. 499
 Толстых М.Ю. 695, 696
 Томашевский Э.Е. 792
 Томши́к Е. 406
 Топчиева И.Н. 428
 Транкина Е.С. 446
 Трачевский В.В. 871
 Третьяков Е.В. 354
 Тригуб С.А. 565, 479
 Троицкий Б.Б. 283
 Трофимова Н.Н. 788
 Трофимчук Е.С. 284, 900
 Труфакина Л.М. 650
 Тужиков О.И. 610, 730
 Тузова С.Ю. 901
 Туктарова И.Ф. 542
 Тумабаева А.М. 543, 544
 Тур Д.Р. 129, 141
 Тургумбаева Р.Х. 464, 710
 Туренко С.В. 765
 Турко М.С. 368
 Турмуханова М.Ж. 519, 541
 Тускаев В.А. 102, 413, 414, 427, 379
 Тухбатулина А.И. 554
 Тюрина Т.Г. 675, 676
 Тюрина Е.С. 179
 Тюфтин А.А. 882
 Уголкива Е.А. 662

- Ужегова Н.И. 795
 Ульянова Н.Н. 275
 Умерзакова М.Б. 417, 902, 903
 Уркимбаева П.И. 412, 515, 551, 371
 Урьяш В.Ф. 791
 Усачева Т.С. 723, 636
 Усмангалиев Т.Т. 399
 Успенский С.А. 545, 546
 Усс Е.П. 368
 Устимов А.В. 437
 Устинова Т.П. 332, 742, 803
 Устынюк Л.Ю. 180
 Утельбаева З.Т. 471
 Уткина И.Ф. 238
 Ушакова Т.М. 249, 249, 438, 776
- Фазылова Г.Р. 534
 Фаизова Р.Р. 904
 Файзуллин И.З. 905
 Файзулов Е.Б. 148
 Файнгольд Е.Е. 324, 439, 440
 Фалькович С.Г. 209, 224, 226, 684
 Фараго Ж. 214
 Фарзетдинова Р.М. 685
 Фатыхов А.А. 418
 Федоров Ю.В. 640, 851
 Федорова О.А. 851
 Федорчук А.Н. 441
 Федорчук С.В. 493, 906
 Федосов И.А. 922
 Федотова Т.Н. 96
 Фельдман В.И. 91
 Фельдштейн М.М. 225, 251, 276, 918
 Фетин П.А. 360, 442
 Филатов С.Н. 434
 Филимонова Л.В. 907
 Филимошкин А.Г. 527
 Филина Т.Э. 908
 Филипова Д.Р. 316
 Филипович А.Ю. 724
 Филиппов А.П. 194, 196, 357, 609, 647
 Филиппова О.Е. 235, 608, 633, 634
 Финкельштейн Е.Ш. 288, 347
 Фоменко А.А. 595, 604, 596
 Фоменкова К.П. 765
 Фомин В.Н. 738, 739
 Фомина В.И. 655, 921
 Фоминых О.Д. 554
- Фомичева Е.Е. 894
 Францева В.В. 614
 Фридман О.А. 443, 693
 Фризен А.К. 122
 Фуртат И.М. 479
 Фушман Э.А. 180
- Хабаров В.Н. 545, 546
 Хавилхайрат Б. 544
 Хаддаж М. 909
 Хазеева А.А. 849
 Хайдуков Е.В. 505
 Хакимболатова К.Х. 910
 Хакимуллин Ю.Н. 528
 Халанский А.С. 149
 Халиков Д.Х. 136, 484, 743, 751
 Халикова Р.А. 890
 Халикова С. 547
 Хамидуллин О.Л. 911
 Харенко А.В. 912
 Харькова Е.М. 830
 Хасков М.А. 285, 913
 Хатунцев С.В. 621
 Хаустов И.А. 346
 Хватов А.В. 508, 824
 Хватова Л.К. 104
 Хенкин М.В. 825
 Хижняк С.Д. 223, 247, 642
 Хирманов В.Н. 523
 Хозин В.Г. 313, 711, 890
 Холхоев Б.Ч. 444
 Хоменко А.Ю. 548
 Хотимский В.С. 172
 Хохлов А.Р. 141, 193, 225, 235, 241, 250, 251, 276, 608, 670, 722, 900, 531
 Хохлова Т.А. 799
 Хрипунов А.К. 770, 819, 881
 Худобин Р.В. 286
 Худяков Д.В. 579
 Хурчак А.П. 651
 Хуторянский В. 137
- Царькова М.С. 780, 914
 Цверова Н.Е. 549
 Цветков В.Б. 232, 699, 700
 Цветков Н.В. 176, 195, 629, 632, 645, 660
 Цегельская А.Ю. 321, 385, 452
 Целиков Г.И. 576
 Цой М.А. 370, 371
 Цюрупа М.П. 89, 287
- Чалов Т.К. 572, 910
- Чалых А.Е. 240, 637, 649, 925
 Чапала П.П. 288
 Чапурина А.В. 116
 Чаусов Д.Н. 219
 Чвалун С.Н. 163, 182, 257, 265, 268, 274, 281, 498, 533, 548, 553, 624, 728, 777, 138, 511, 269
 Чеботаева Г.С. 255, 731
 Чегерев М.Г. 330
 Чекуров К.Е. 722
 Челушкин П.С. 189, 445
 Червоногородская Е.И. 556
 Чердынцева Т.А. 474, 503
 Черезова Е.Н. 767
 Черкун Н.В. 446
 Чернавский П.А. 846
 Черникова Е.В. 93, 99, 101, 110, 276, 342, 343, 350, 422, 425, 447, 571, 637, 638, 725, 926
 Чернов П.П. 915
 Чернова Н.С. 384
 Черноусова Н.В. 916
 Чернышова Е.Б. 730
 Чернявский Г.Г. 262
 Черняк А.В. 388
 Чертович А.В. 233, 517
 Чесноков С.А. 448
 Чехоев Ф.Х. 581
 Чехонин В.П. 149, 532
 Четет Ю.В. 283, 448
 Чигорина Т.М. 449, 450
 Чигорина Т.М. 450, 769
 Чигринов В.Г. 219, 672
 Чижевский И.Т. 105
 Чиждова Н.В. 451
 Чистовалова Н.М. 805
 Чистяков Е.М. 434
 Чихачева И.П. 482
 Чмутин И.А. 812
 Чопабеева Н.Н. 550, 917
 Чуканова О.М. 95, 329
 Чукова С.Н. 452
 Чупина А.А. 630
 Чурсова Л.В. 760, 898
- Шабсельс Б.М. 455
 Шагинян Ш.А. 678
 Шадрин В.В. 150, 764, 838, 795
 Шайтан К.В. 494
 Шайхутдинов Е.М. 404, 515, 845, 874
 Шаманин В.В. 625
 Шамардина О.М. 600

- Шандрюк Г.А. 601, 350, 576
 Шантарович В.П. 288
 Шапагин А.В. 280, 802, 926
 Шапиро Б.И. 577
 Шаплов А.С. 391, 585, 602
 Шаповалов В. 923
 Шаповалов С.В. 453
 Шаповалова Е.Г. 527
 Шапошников А.А. 451
 Шапошникова В.В. 125, 454, 848
 Шарафутдинова Л.М. 315
 Шардаков И.Н. 759
 Шарипова С.М. 554
 Шароватова Т.В. 840
 Шатабаева Э.О. 551
 Шаталов Г.В. 473
 Шаталова А.М. 576
 Шахнес А.Х. 452
 Шахно О.В. 652
 Шашок Ж.С. 333, 368, 864
 Швецов С.А. 592
 Шевалдышева Д.И. 603
 Шевелев С.А. 452
 Шевелева Е.Е. 653
 Шевченко В. 727
 Шевченко В.В. 377, 436, 479, 565, 595, 596, 604, 724, 855, 162
 Шевченко В.Г. 463, 580, 867
 Шевченко Н.Н. 455, 468, 480, 603
 Шевчук О.М. 899
 Шеин С.А. 532
 Шекера О.В. 377, 436
 Шелковникова Л.А. 170
 Шенина А.Я. 480
 Шепель Н.Э. 851
 Шепинько А.И. 746
 Шереметьева Н.А. 124, 609
 Шерстнева Н.Е. 918
 Шершнев В.А. 757, 758, 919
 Шершнева И.Н. 456, 920
 Шестаков А.С. 707, 708
 Шехтер А.Б. 505
 Шибает В.В. 608
 Шибает В.П. 84, 99, 154, 155, 178, 242
 Шибряева Л.С. 499, 524, 525
 Шигабиева Ю.А. 654
 Шимкин А.А. 457, 842, 922
 Шинкарев С.М. 536
 Шиповская А.Б. 655, 921
 Широкова Л.Н. 139
 Ширшин К.В. 799
 Ширяева В.Е. 787
 Ширякина Ю.М. 457, 842, 922
 Шифрина З.Б. 126, 272, 389, 459, 537
 Шихабудинов А.М. 808
 Шкарин А.А. 552
 Шлеева М.О. 535
 Шмаков С. 349
 Шмаков С.Л. 921
 Шмакова Н.А. 411
 Шрагин Д.И. 127
 Штейнберг Е.М. 486
 Штильман М.И. 635
 Штоппель Е.В. 857
 Штыкова Э.В. 250
 Шубин Н.Е. 181
 Шулевич Ю.В. 128, 352, 614
 Шульга Г. 923
 Шульга Ю.М. 374
 Шуршина А.С. 924
 Шурыгина М.П. 458
 Щеголихин А.Н. 411, 580, 462
 Щербаков С.А. 426
 Щербина А.А. 637, 649, 925, 926
 Щербина М.А. 163, 182, 265, 485, 553, 511
 Щербинина Т.М. 87, 360, 361, 628, 629
 Щехавцова Т.Н. 346
 Щипунов Ю.А. 252
 Эбель А.О. 258
 Эльтеков А.Ю. 656, 657
 Эльтеков Ю.А. 657
 Эльтекова Н.А. 657
 Эпик А. 165
 Эрдни-Горяев Э.М. 605
 Эстрин Я.И. 86, 96, 183, 317, 456, 567
 Эстрина Г.А. 456, 567, 920, 183
 Ю В.К. 875
 Югай С.М. 335, 409
 Юганова А.В. 658
 Юдин В.Е. 253, 839
 Юдин В.П. 408
 Юдин С.Ю. 659
 Юзик-Климова Е.Ю. 126, 272, 389, 459
 Юловская В.Д. 778
 Юмагулова Р.Х. 460, 461
 Юркштович Н.К. 512, 513
 Юркштович Т.Л. 328, 512, 513
 Яблоков М.Ю. 340, 383, 410, 411, 462, 463, 755
 Яблокова М.Ю. 267, 282, 740, 741, 810
 Якиманский А.В. 94, 194, 362, 554, 564, 566, 582, 583, 660, 835
 Якимечко Я.Б. 746
 Якимцова Л.Б. 661
 Яковлев Ю.В. 595, 596, 604
 Якубчак О.Н. 522
 Якунин А.Н. 606, 927, 182
 Ялалова А.И. 403
 Яминский И.В. 178, 720
 Ямпольский Ю.П. 288, 605, 727
 Ямщиков В.С. 485
 Янов В.В. 486
 Яременко И.С. 160
 Яриков Д. 264
 Ярков А. 165
 Яркова А.В. 552
 Ярославов А.А. 152, 491, 492, 497, 539
 Ярославцев А.Б. 605
 Ярышева А.Ю. 720, 928, 929
 Ярышева Л.М. 278, 720, 928, 929
 Ятлук Ю.Г. 147
 Янславиетис Е. 923



LG CHEM, FOR EVERY STEP OF ADVANCED TECHNOLOGY.

Just as one car requires numerous chemical products,
chemistry completes all technologies.
From Petrochemicals to IT & Electronic Materials and Energy Solution,

LG Chem's innovative solutions
make technology real.

A photograph of a Bruker FTIR spectrometer, a compact laboratory instrument with a light-colored top and a dark base, featuring a sample compartment and control knobs.

● ИК-Фурье спектрометры

Самый широкий спектр оборудования: от компактного спектрометра для стандартных измерений до спектрометра с высочайшим разрешением для исследовательских задач.

A photograph showing a person in a white lab coat operating an FT-NIR spectrometer. The person is looking at a computer monitor which displays spectral data. The spectrometer is a benchtop unit with a sample holder.

● FT-NIR спектрометры

Полный модельный ряд FT-NIR спектрометров и анализаторов для самых разных задач, включая контроль технологических процессов.

A photograph of a person in a white lab coat using a Raman spectrometer. The person is looking through the eyepiece of a device labeled "SENTERRA".

● КР-спектрометры

КР-спектрометры и КР-микроскопы для научно-исследовательских применений.

A large, stylized graphic of a molecular model. It features a central blue sphere with a white grid pattern, representing a globe or a specific molecule. This sphere is connected by transparent, tube-like structures to several other smaller, more complex molecular models in the background, all set against a light blue gradient.

Новейшие технологии

ИК-Фурье, FT-NIR и КР-спектроскопия

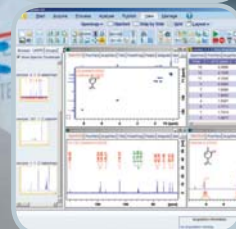
Компания Bruker Optics предлагает ИК-Фурье, FT-NIR, КР- и терагерцовые спектрометры для самых различных задач. Мы имеем более, чем 35ти летний опыт в разработке и производстве спектрометров, на протяжении которого используем только самые новейшие технологии приборостроения.

ООО Брукер

Пятницкая ул. 50/2, стр. 1
119017 Москва
Тел. +7 495 517 9284
Факс +7 495 517 9286
E-Mail: ir@bruker.ru

Более подробная информация: www.brukeroptics.com

Fourier 300 делает
ЯМР доступным



● Fourier 300

Высокое разрешение, компактный размер, низкая стоимость

- Специализированный ЯМР-спектрометр высокого разрешения
- Доступный инструмент для решения аналитических и образовательных задач в области химии
- Высокая производительность при исключительно компактном размере
- Новый, надежный, простой в использовании датчик Fourier
- Программное обеспечение TopSpin™ с возможностью автоматической обработки данных

Холдинговая компания «Композит» – производство современных композиционных материалов



Компания образована в 2009 году с целью формирования рынка композиционных материалов в России. На базе холдинга объединены предприятия по производству среднепрочных и высокомодульных углеродных волокон и тканей на их основе, а также высококачественных препрегов и готовых изделий из углепластика. Всего на предприятиях холдинга трудятся более 1000 человек. ООО «Завод углеродных и композиционных материалов» производит высокомодульные углеродные волокна и углерод – углеродные композиционные материалы, которые используются в военно-промышленном комплексе; ООО «Композит-Волокно» занимается производством полиакрилонитрильного волокна; ООО «Аргон» перерабатывает полиакрилонитрильные волокна в углеродное волокно. В результате совместного проекта Холдинговой компании «Композит» и ГК «Росатом» строится новый завод по переработке углеродного волокна в особой экономической зоне «Алабуга» в Республике Татарстан.

В 2009 году Холдинговая компания «Композит» вместе с ОАО «РОСНАНО» образовала проектную компанию «Препрег-СКМ» для производства тканей и препрегов на основе углеродного волокна для использования в авиапромышленности, ветроэнергетике, строительстве, судостроении и других индустриях. «Препрег-СКМ» располагает самым современным оборудованием для производства полуфабрикатов на основе углеродного волокна. Так, технологическую базу предприятия составляет одна из самых мощных машин в мире по производству препрегов. Ее максимальная мощность от 800 до 2500 тоннпрепрегов различных номиналов в год. Оборудование позволяет производить препреги шириной до 1.5 метра.

В структуру холдинга входит Научно-исследовательский центр «Композит». Главная задача R&D-центра – проведение научно-исследовательских работ по совершенствованию технологии производства углеродных волокон. В их числе создание новой технологии получения ПАН-прекурсора, создание новой технологии получения углеродных волокон, создание новых изделий из высокопрочных полимерных композиционных материалов. НИЦ «Композит» занимается реализацией

научно-исследовательских проектов совместно с ЦНИИ им. академика А.Н. Крылова, ФГУП ВИАМ, «Сколково».

Совместный проект Холдинговой компании «Композит» и Фонда инфраструктурных и образовательных программ – Нанотехнологический центр композитов, расположенный в технополисе «Москва». Единственный в России наноцентр в области композитов специализируется на оказании инжиниринговых услуг от разработки расчетных моделей до создания прототипов.. Наноцентр располагает самым крупным парком уникального оборудования для производства готовых изделий из углепластика. На площадке Нанотехнологического центра композитов проводится полный комплекс инжиниринговых работ: разработка или поиск существующей технологии, апробация и адаптация под конкретные требования заказчика, проведение проектных работ, расчет и моделирование, прототипирование, выпуск малых серий.

Холдинговая компания «Композит» в партнерстве с мировым лидером по производству композитных труб «AMIANITITGroup» планирует построить в России завод по производству композитных труб для сферы ЖКХ и нефтегазового комплекса. Еще один партнерский проект - совместно с DowAksaХолдинговая компания «Композит» рассматривает возможность создания в России производства лопастей для ветрогенераторов.

Мировой опыт в области производства углеволокна, особенно в период кризиса, показал, что на сегодняшний день конкурентоспособными компаниями с максимально возможной добавленной стоимостью являются производители, которые обладают единичной мощностью линий углеродного волокна от 1500 т/год и выше, и являются вертикально-интегрированными компаниями холдингового типа, консолидирующими в себе полный цикл производства высокопрочных полимерных композиционных материалов (полиакрилонитрильное волокно – углеродное волокно – ткань – препрег – в некоторых случаях ПКМ). Именно такой вертикально – интегрированный холдинг, объединяющий полный цикл производства высокопрочных полимерных композиционных материалов, создан на базе активов Госкорпорации «Росатом», ОАО «Роснано» и ЗАО «Холдинговая компания «Композит».