

**ПОВЕДЕНИЕ ТЕРМО-и рН-ЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ПОЛИ- N-(3-(ДИЭТИЛАМИНО)ПРОПИЛ)-N-МЕТИЛАКРИЛАМИДА В БУФЕРНЫХ РАСТВОРАХ**

**Н.В. Захарова<sup>1</sup>, И. И. Петрова<sup>2</sup>, М.А. Симонова<sup>1</sup>, А.Р. Хайруллин<sup>1</sup>, А.П. Филиппов<sup>1</sup>, В.В. Анненков<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт высокомолекулярных соединений Российской академии наук  
199004 Санкт-Петербург, Большой пр., 31

<sup>2</sup> Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД  
198095, Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных, 4

<sup>3</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Лимнологический институт Сибирского отделения Российской академии наук  
664033 Иркутск-33, ул. Улан-Баторская, 3

Методами светорассеяния и турбидиметрии исследованы водные растворы поли-N-(3-(диэтиламино)пропил)-N-метилакриламида с ММ = 62000 г/моль. Изучены буферные растворы полимера при концентрации ~ 0.03 г/см<sup>3</sup> в интервале рН от 9.18 до 13.01. Получены температурные зависимости оптического пропускания, интенсивности рассеянного света и гидродинамических размеров рассеивающих объектов. Установлено, что с повышением температуры в растворах гомополимера наблюдается структурно-фазовый переход. Температуры начала и окончания фазового расслоения уменьшаются с увеличением щелочности среды, а ширина этого интервала сужается.

***Ключевые слова:** термо- и рН-чувствительные полимеры, статическое и динамическое светорассеяние, турбидиметрия.*

**DOI:** 10.26456/vtchem1

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СВОЙСТВ СОПОЛИМЕРОВ ТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА С ПРОПИЛЕНОМ**

**И.И. Осовская<sup>1</sup>, А.А. Новикова<sup>1</sup>, В.М. Родин<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Высшая школа технологии и энергетики Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна, Санкт-Петербург

<sup>2</sup> Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-исследовательский институт синтетического каучука им. академика С. В. Лебедева», Санкт-Петербург

Получены физико-химические свойства синтетического фторкаучука - сополимера тетрафторэтилена с пропиленом (ТФЭ/П). Отличием сополимера ТФЭ/П, полученного в России, является возможность его переработки из раствора для получения покрытий, композитов и других материалов, устойчивых к долговременной эксплуатации при температурах до 200 °С.

**Ключевые слова:** полимеры, каучук, тетрафторэтилен, технология, набухание, летучесть, водопоглощение.

**DOI:** 10.26456/vtchem2

*Вестник ТвГУ. Серия: Химия. 2018. № 3. С. 21–27*

УДК 541(515+64)

## **СРАВНЕНИЕ ПОВЕДЕНИЯ СОПОЛИМЕРОВ N-ИЗОПРОПИЛАКРИЛАМИДА С ВИНИЛПИРИДИНОМ И МЕТАКРИЛОВОЙ КИСЛОТОЙ ПРИ НАГРЕВАНИИ ИХ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ**

**А.Р. Розанова<sup>1</sup>, Е.Б. Тарабукина<sup>2</sup>, А.П. Филиппов<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД, г. Санкт-Петербург

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высокомолекулярных соединений Российской академии наук, г. Санкт-Петербург

Методами статического и динамического рассеяния света и турбидиметрии проведено сравнительное исследование термочувствительности сополимеров N-изопропилакриламида с 4-винилпиридином (4ВП) и с метакриловой кислотой (МАК) в водных растворах в широком интервале температур. Получены температурные зависимости интенсивности рассеянного света, оптического пропускания, размеров растворенных объектов. Показано, что при увеличении рН среды температуры фазового расслоения сополимера с кислотным сомономером МАК увеличиваются, а с основным сомономером 4ВП уменьшаются.

**Ключевые слова:** светорассеяние, турбидиметрия, термо- и рН-чувствительные полимеры, сополимеры N-изопропилакриламида, 4-винилпиридин, метакриловая кислота.

**DOI:** 10.26456/vtchem3

*Вестник ТвГУ. Серия: Химия. 2018. № 3. С. 28–37*

УДК 548.75+539.23+578.742+548.0:535

## **ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СТЕПЕНИ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ НА НИЗКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ПОЛИМЕТИЛМЕТАКРИЛАТЕ И ЕГО КОРОТКОЦЕПОЧНЫХ ОЛИГОМЕРАХ**

**В.А. Рыжов**

Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук, Санкт-Петербург

На основании данных ИК- и Раман - спектроскопии установлено, что низкоэнергетических колебательных возбуждениях в ПММА и его олигомерах со степенью полимеризации  $n = 2, 7, 9$  и  $50$  обусловлены малоугловой коррелированной крутильно-колебательной динамикой, подготавливающей релаксационную подвижность макромолекул. Определен минимальный размер участка цепи (“крутильно-колебательный сегмент”), спектр которого идентичен спектру высокомолекулярного полимера.

**Ключевые слова:** межмолекулярная динамика и взаимодействия, ИК и Раман-спектры,  $\gamma$  и  $\beta$ - релаксации в ПММА.

**DOI:** 10.26456/vtchem4

*Вестник ТвГУ. Серия: Химия. 2018. № 3. С. 38–44*

УДК 544.3.01:544.3.032.1:544.3.032.4:541.64

**ПОВЕДЕНИЕ ТЕРМО-И pH-ЧУВСТВИТЕЛЬНОГО СОПОЛИМЕРА 2-(N,N-ДИМЭТИЛАМИНО)ЭТИЛ)-N-МЕТАКРИЛАТА И ЛАУРИЛМЕТАКРИЛАТА В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ**

**М.А. Симонова<sup>1</sup>, А.Р. Хайруллин<sup>1</sup>, В.О. Тюрина<sup>2</sup>, Д.М. Каморин<sup>3,4</sup>, С.И. Каморина<sup>3</sup>, А.Ю. Садиков<sup>3,4</sup>, А.П. Филиппов<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт высокомолекулярных соединений Российской академии наук

199004, Санкт-Петербург, Большой пр., 31

<sup>2</sup>Высшая школа технологии и энергетики,

198095, Санкт-Петербург, Улица Ивана Черных д.4

<sup>3</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный технический

университета им. Р. Е. Алексеева, Дзержинск

603951, г. Нижний Новгород, Бокс 41

<sup>4</sup> Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им.

Н.И. Лобачевского

603950, г. Нижний Новгород, пр.Гагарина, 23.

Методами светорассеяния и турбидиметрии исследованы буферные растворы статистического сополимера 2-(N,N-диметиламино) этилметакрилата и лаурилметакрилата в диапазоне концентраций от 0.01 до 1.3 г/дл в буфере (pH = 10.02). Получены температурные зависимости оптического пропускания, интенсивности рассеянного света и гидродинамических размеров рассеивающих объектов. Установлено, что с повышением температуры в растворах сополимера наблюдается структурно-фазовый переход. Температуры начала и конца фазового расслоения также как, и ширина этого интервала увеличиваются с уменьшением концентрации сополимера.

**Ключевые слова:** pH- и термо-чувствительные полимеры, статическое и динамическое светорассеяние, турбидиметрия

**DOI:** 10.26456/vtchem5

*Вестник ТвГУ. Серия: Химия. 2018. № 3. С. 45–51*

УДК 541.26 + 678

**ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ МЕТАТЕЗИСНОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛИДИЦИКЛОПЕНТАДИЕНА**

**Та Куанг Кыонг, В.Г. Бондалетов**

Национальный исследовательский Томский  
политехнический университет

В производстве полидициклопентадиена (ПДЦПД) и полимерных композитов на его основе важно определить оптимальные условия метатезисной полимеризации

дициклопентадиена (ДЦПД) для получения материалов с наилучшими свойствами. В данной работе рассмотрено влияние температуры полимеризации на физико-механические характеристики ПДЦПД. Были получены образцы ПДЦПД при температурах 120 - 200 оС с концентрацией катализатора Граббса II 0,01%. Результаты исследований показали, что наилучшими характеристиками обладают образцы, полученные в интервале температур от 160 до 180 оС.

**Ключевые слова:** полидициклопентадиен, катализатор Граббса, физико-механические характеристики, ударную вязкость, прочность на изгиб, растяжение

**DOI:** 10.26456/vtchem6

*Вестник ТвГУ. Серия: Химия. 2018. № 3. С. 52–65*

УДК 577.1:543.422.27

### **ПРОЦЕСС ГЕЛЕОБРАЗОВАНИЯ В ВОДНОМ РАСТВОРЕ L-ЦИСТЕИНА И АЦЕТАТА СЕРЕБРА ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ СУЛЬФАТОВ И ХЛОРИДОВ МЕТАЛЛОВ**

**А.Н. Адамян, Д.В. Аверкин, С.Д. Хижняк, П.М. Пахомов**

Тверской государственный университет,

Кафедра физической химии

Синтезированы супрамолекулярные гидрогели на основе низкоконцентрированных (3,0 мМ) водных растворов L-цистеина и ацетата серебра ( $\text{AgCH}_3\text{COO}$ ) в присутствии солей-инициаторов гелеобразования (сульфатов и хлоридов металлов), которые обладают тиксотропными свойствами, а также имеют противомикробные, антибактериальные и цитостатические свойства. Установлено, что под воздействием сульфатов и хлоридов металлов процесс гелеобразования в водном растворе L-цистеин– $\text{AgCH}_3\text{COO}$  (ЦСР) происходит по-разному. Если при добавлении сульфатов к ЦСР образуются устойчивые во времени гидрогели, то при добавлении хлоридов гели не устойчивые и распадаются с выпадением осадка уже через 100 мин. Дано объяснение наблюдаемого экспериментального факта образованием кластеров в ЦСР с участием хлорид-анионов, что приводит к разрушению пространственной гель-сетки.

**Ключевые слова:** водный раствор L-цистеина и ацетата серебра, процессы самоорганизации, сульфаты и хлориды металлов, супрамолекулярный гидрогель.

**DOI:** 10.26456/vtchem7

*Вестник ТвГУ. Серия: Химия. 2018. № 3. С. 66–76*

УДК 532.614.2+678.02.66.095.24

### **ПРОЦЕССЫ САМООРГАНИЗАЦИИ В ВОДНОМ РАСТВОРЕ L-ЦИСТЕИНА, НИТРАТА СЕРЕБРА И ПОЛИЭТИЛЕНГЛИКОЛЯ**

**Д.В. Вишневецкий, А.Е. Соловьева, С.Д. Хижняк, П.М. Пахомов**

Тверской государственный университет

Кафедра физической химии

Установлена хорошая совместимость цистеинсеребряного раствора (ЦСР) с водным раствором полиэтиленгликоля (ПЭГ) различной молекулярной массы. Методами

вискозиметрии, УФ спектроскопии и динамического светорассеяния (ДСР) исследованы процессы самоорганизации в водном растворе L-цистеина, нитрата серебра и ПЭГ под воздействием сульфата натрия. Показано, что макромолекулы ПЭГ взаимодействуют с супрамолекулами ЦСР путем образования водородных связей, тем самым увеличивая вязкость водного раствора. При этом с ростом молекулярной массы полимера уменьшалась вязкость раствора. Под воздействием сульфата натрия водный раствор ЦСР+ПЭГ переходил в состояние гидрогеля. При низком содержании сульфата натрия в растворе образующийся супрамолекулярный гидрогель обладал тиксотропными свойствами. Методом УФ спектроскопии показано, что в процессе созревания ЦСР образуются супрамолекулярные цепочки из молекул меркаптида серебра.

Макромолекулярные же цепи ПЭГ в ЦСР могут участвовать в качестве дополнительных скрепок между супрамолекулами в процессе гелеобразования.

**Ключевые слова:** водный раствор L-цистеина и нитрата серебра, полиэтиленгликоль, процессы самоорганизации, супрамолекулярный гель.

**DOI:** 10.26456/vtchem8

*Вестник ТвГУ. Серия: Химия. 2018. № 3. С. 77–82*

УДК 620.22-419.8:678.5.067:621.891

**Трибологические свойства каучуксодержащих  
композиционных материалов на основе  
полидициклопентадиена**

**Д.Ю. Герман, В.Г. Бондалетов**

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

Приведены результаты исследований трибологических характеристик композитов на основе полидициклопентадиена (ПДЦПД) и синтетического каучука марки СКЭПТ-30 при различных скоростях движения индентора. Показано, что с увеличением концентрации СКЭПТ-30 в композите возрастает предельная скорость разрушения. Увеличение скорости вращения полимерного диска приводит к уменьшению коэффициента трения.

**Ключевые слова:** полидициклопентадиен, синтетический каучук, катализатор Граббса, трибология, коэффициент трения

**DOI:** 10.26456/vtchem9

*Вестник ТвГУ. Серия: Химия. 2018. № 3. С. 83–88*

УДК 541.64:539.2:539.551

**Реологическое поведение дисперсно-наполненных  
композитов на основе полиэтилена и кератина**

**Р.С. Смыковская, О.П. Кузнецова, Э.В. Прут**

Институт химической физики им. Н.Н. Семенова РАН, г. Москва

Разработаны композиции на основе ПЭНП, наполненные различными фракциями природного белка кератина, содержащегося в куриных перьях. Изучены реологические

свойства полученных композиций и установлено, что вязкость систем зависит как от размера частиц кератина, так и от его содержания в смеси.

**Ключевые слова:** реологические свойства, кератин, полиэтилен, дисперсно-наполненные композиты.

**DOI:** 10.26456/vtchem10

*Вестник ТвГУ. Серия: Химия. 2018. № 3. С. 89–102*

УДК 544.332-971.2 543.427

### **ВЕЛИЧИНЫ АДСОРБЦИИ ВОДОРОДА ИЗ ВОДЫ НА НАНЕСЁННЫХ НА СИЛИКАГЕЛЬ НИКЕЛЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ**

**Я.П. Сухачев, Д.А. Прозоров, А.В. Афинеевский, М.Д. Чельшева, К.А. Никитин, М.А. Жилин**

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет»  
*Кафедра Физической и коллоидной химии*

В работе определены максимальные величины адсорбции индивидуальных форм адсорбированного водорода на нанесённых на силикагель никелевых катализаторах реакций жидкофазной гидрогенизации из воды, при атмосферном давлении водорода и 303 К. Методом термического анализа доказано существование на поверхности исследуемых катализаторов как минимум двух форм адсорбированного водорода, показано влияние величин адсорбции отдельных форм водорода на кинетические закономерности реакций восстановления молекул, содержащих кратные углеродные связи.

**Ключевые слова:** нанесённый никелевый катализатор, адсорбция водорода, гидрогенизация, кинетика гидрогенизации, восстановление диэтилового эфира малеиновой кислоты.

**DOI:** 10.26456/vtchem11

*Вестник ТвГУ. Серия: Химия. 2018. № 3. С. 103–118*

УДК 543.42:582.29

### **ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ХВОИ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ PINUS SILVESTRIS И ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ PICEA ABIES В Г. ТВЕРИ**

**Е.М. Тарасова, С.Д. Хижняк, А.Ф. Мейсурова, П.М. Пахомов**

Тверской государственный университет

С помощью метода ИК-Фурье спектроскопии исследованы образцы хвои сосны обыкновенной *Pinus Silvestris* L. и ели европейской *Picea Abies*, собранные в г. Твери в зонах с различной антропогенной нагрузкой. Установлен химический состав игл разных лет жизни. Существенных изменений в интенсивности ИК полос поглощения сосновых игл фонового (ПС 1) и антропогенного (ПС 2, ПС 3) пунктов сбора не обнаружено. При изучении ИК спектров образцов хвои разных лет жизни из зоны с высокой антропогенной нагрузкой (ПС 2 и ПС 3) и фоновой зоны (ПС 1) наблюдается увеличение интенсивности полос поглощения со временем. В образцах хвои ели европейской *Picea Abies* основные

изменения в ИК спектрах поглощения наблюдаются в тех же областях, что и для образцов хвой сосны обыкновенной *Pinus Silvestris L.*, но эти изменения более выражены, что свидетельствует о большей степени накопления поллютантов в хвое ели европейской. При сравнении образцов игл двух видов хвойных (сосна и ель), собранных из ПС с аналогичной антропогенной нагрузкой, наблюдаются значительные изменения в ИК полосах поглощения, подтверждающие, что в иглах ели европейской накопление поллютантов из атмосферного воздуха происходит интенсивнее, чем в иглах сосны обыкновенной.

**Ключевые слова:** сосна обыкновенная *Pinus Silvestris L.*, ель европейская *Picea Abies*, ИК-Фурье спектроскопия, химический состав, накопление поллютантов.

**DOI:** 10.26456/vtchem12

*Вестник ТвГУ. Серия: Химия. 2018. № 3. С. 119–131*

УДК 541.64:593.199

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА СПЕКТРОСКОПИИ КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЙЯНИЯ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ МОРФОЛОГИИ ПОЛИМЕРНЫХ ТРЕКОВЫХ МЕМБРАН**

**О.Е. Королева<sup>1</sup>, И.А., Григорьева<sup>2</sup>, А.И. Иванова<sup>1</sup>, С.Д. Хижняк<sup>1</sup>, П.М. Пахомов<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Тверской государственной университет,

<sup>2</sup>Эрмитаж, г. Санкт-Петербург

Методами ИК и УФ спектроскопии, спектроскопии комбинационного рассеяния (КР) и сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) исследована морфология трековых мембран на основе ПЭТФ и ПП с различным диаметром треков и их поверхностной плотностью. Построены кривые распределения числа треков в зависимости от их среднего размера. Аналогичные кривые распределения получены на основе данных метода ИК спектроскопии, хорошо согласующиеся с результатами метода СЭМ. Установлено, что с ростом степени пористости (диаметра треков и их поверхностной плотности) фоновое упругое рассеяние на КР спектрах увеличивается по линейному закону. Предложено наблюдающийся эффект на КР спектрах использовать для оценки степени пористости полимерного образца.

**Ключевые слова:** трековые мембраны ПЭТФ и ПП, ИК и КР спектроскопия, СЭМ, степень пористости.

**DOI:** 10.26456/vtchem13