

Г74

Ф939

Семинар

**ФТОРПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ:
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ,
ПРИКЛАДНЫЕ
И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ АСПЕКТЫ**



ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Новосибирск-2003

Байкальский институт природопользования СО РАН
Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН



072193

Семинар

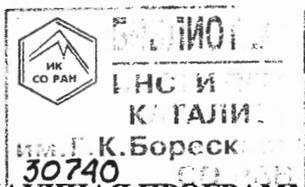
**«Фторполимерные материалы:
фундаментальные, прикладные
и производственные аспекты»**

+

9 - 11 августа 2003 г.

Межведомственная эколого-образовательная
станция "Истомино", озеро Байкал

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ



НАУЧНАЯ ПРОГРАММА

Организаторы семинара:

- Правительство Республики Бурятия, Улан-Удэ
- Сибирское отделение РАН
- Байкальский институт природопользования
СО РАН, Улан-Удэ
- Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН,
Новосибирск

Организационный комитет:

- | | |
|-------------------|--|
| В.М. Бузник | - Председатель
ИК СО РАН, Новосибирск |
| Д.М. Могнонов | - Зам. Председателя
БИП СО РАН, Улан-Удэ |
| А.И. Бадлуев | Министерство образования и науки РБ,
Улан-Удэ |
| Я.С. Выгодский | - ИНЭОС РАН, Москва |
| С.С. Иванчев | - С.-П.Ф ИК СО РАН, Санкт-Петербург |
| В.В. Коноваленко | - ПО «Пластполимер», Санкт-Петербург |
| Ю.А. Крохичев | - Министерство промышленности,
производственной инфраструктуры и
технологий РБ, Улан-Удэ |
| А.Г. Толстикова | - ИТХ УрО РАН, Пермь |
| А.К. Тулохонов | - БИП СО РАН, Улан-Удэ |
| А.А. Файнзильберг | - ИОХ РАН, Москва |
| А.Р. Хохлов | - МГУ, Москва |
| А.К. Цветников | - ИХ ДВО РАН, Владивосток |

Секретариат:

- | | |
|---------------|--------------------------|
| Е.В. Ленская | - БИП СО РАН, Улан-Удэ |
| Л.Я. Старцева | - ИК СО РАН, Новосибирск |

ВРЕМЕННАЯ КАРТА

Август, 9 суббота		Август, 10 воскресенье		Август, 11 понедельник	
9.00	Завтрак	9.00	Завтрак	9.00	Завтрак
9.45	Открытие	10.00	КЛ -3	10.00	КЛ -5
10.00	КЛ -1	10.45	КЛ -4	10.45	Сообщения СО - 7-11
10.45	КЛ -2				
11.30	Перерыв-кофе	11.30	Перерыв-кофе	11.35	Перерыв-кофе
12.00	Устные доклады УД -1-3	12.00	Устные доклады УД - 16-18	12.00	Сообщения СО - 12-17
13.00	Обед	13.00	Обед	13.00	Обед
14.00	Устные доклады УД - 4-9	14.00	Устные доклады УД - 19-23	14.00	Сообщения СО - 18-27
16.00	Перерыв-кофе	16.00	Перерыв-кофе	15.30	Закрытие семинара
16.30	Устные доклады УД -10-15	16.30	Секция молодых ученых (СО-1М-6М)	16.30	Отъезд в Улан-Удэ
		17.30	Сообщения СО-1-6		
19.00	Фуршет	19.00	Ужин		

НАУЧНАЯ ПРОГРАММА

На семинаре будут представлены 5 ключевых лекций, 23 устных доклада и 33 сообщения по следующим направлениям:

- Процессы синтеза фторполимеров
- Фторполимерные композиции
- Структуры и морфологические характеристики фторполимеров и композиций
- Новое в переработке и применении фторполимеров
- Эксплуатация фторполимерных материалов

В программу включена Секция молодых ученых (устные сообщения - 10 мин.). Состоятся дискуссии за Круглым столом по актуальным научным проблемам, производственным и эксплуатационным вопросам химии фторполимеров.

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Продолжительность ключевых лекций - 45, устных докладов - 20 и сообщений - 10 минут, включая вопросы. Для демонстрации материалов авторы могут пользоваться:

- over-head проектором
- мультимедийным проектором для проецирования компьютерного или видео-изображения (VHS) на большой экран. Компьютерные презентации рекомендуется готовить в формате *.ppt (Microsoft Power Point из пакета MS Office).

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Сборник тезисов ключевых лекций, устных докладов и сообщений будет издан до начала работы семинара.

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ И ПРОЖИВАНИЕ

Семинар пройдет в конф.-зале Межведомственной эколого-образовательной станции "Истомино" (далее Истомино). Проживание и 3-х разовое питание будет организовано также на Межведомственной эколого-образовательной станции. Участникам

будут предоставлены для проживания 2-х и 4-х местные номера гостиницы и домики на территории станции. (Истомино не располагает одноместными номерами.)

КУЛЬТУРНАЯ ПРОГРАММА

Организаторы приглашают участников на фуршет, который пройдет 9 августа в 19 часов. Участникам семинара будет предложена экскурсия 8 (или 12) августа во Всероссийский центр буддизма, Музей истории Бурятии. Участники семинара приглашаются 9 и 10 августа на прогулки по озеру Байкал.

РЕГИСТРАЦИЯ УЧАСТНИКОВ

Регистрация участников проводится 8 августа с 18.00 до 21.00 час. на Межведомственной эколого-образовательной станции. Оргкомитет просит участников оформлять командировочные удостоверения на Байкальский институт природопользования СО РАН (БИП СО РАН), г. Улан-Удэ.

День отъезда из Улан-Удэ в Истомино: 8 августа в 16.00 часов автобусом Оргкомитета.

Рабочие дни семинара: 9-11 августа.

Отъезд из Истомино в Улан-Удэ: 11 августа в 16.30 часов автобусом оргкомитета.

Проезд до БИП СО РАН из аэропорта: маршрутное такси № 77 до остановки «Площадь Советов», далее маршрутное такси № 30,29, 36, 2 до остановки «ПОШ» или «Научный центр». Проезд до БИП СО РАН от ж-д вокзала: маршрутное такси № 36 до остановки «ПОШ» или «Научный центр». Из Улан-Удэ до Истомино можно добраться самостоятельно: электропоездом до ст. Тимлюй (ежедневно в 8.30 и 10.30 местного времени), далее автобусом до Истомино.

Регистрационный взнос

Регистрационный взнос с каждого участника составит 800 руб. Аспиранты и студенты оплачивают взнос в размере 400 руб. Взнос включает оплату проживания в 2-х или 4-х местных номерах и 3-х разового питания в Истомино, а также оплату экскурсий, автотранспортных расходов и сборника тезисов докладов.

20% НДС не включен в оплату взноса и оплачивается сверх вышеуказанных сумм.

Стоимость фуршета (250 руб.) оплачивается дополнительно наличными деньгами при регистрации.

Адрес Оргкомитета для переписки:

Е.В. ЛЕНСКАЯ

Байкальский институт природопользования СО РАН

ул. Сахьяновой, 6, 670047, г.Улан-Удэ

Тел./факс: (3012)433-423; (3012)434-259

E-mail: dmog@binm.baikal.net, polymer@binm.baikal.net

НАУЧНАЯ ПРОГРАММА

Межведомственная эколого-образовательная станция
"Истомино"

Конференц-зал

9 августа, суббота

9.45 Открытие семинара

КЛЮЧЕВЫЕ ЛЕКЦИИ

10.00 КЛ-1

Коноваленко В.В.

ОАО "Пластполимер" (Санкт-Петербург)

Фторполимеры в России и за рубежом. Разработка, производство, потребление. Перспективы развития

10.45 КЛ-2

Ольхов Ю.А., Аллаяров С.Р., Коновалихин С.В., Чернышева Т.Е.

Институт проблем химической физики РАН (Черноголовка)

Влияние гамма-радиации на молекулярно-топологическую структуру политетрафторэтилена

11.30 Перерыв-кофе

УСТНЫЕ ДОКЛАДЫ

12.00 УД-1

Аллаяров С.Р., Смирнов Ю.Н., Ольхов Ю.А., Барелко В.В., Белов Г.П.

Институт проблем химической физики РАН (Черноголовка)

Радиационно-технологический подход к улучшению характеристик фторполимер содержащих композиционных материалов

12.20 УД-2

Аллаяров С.Р.¹, Чернышева Т.Е.¹, Ольхов Ю.А.¹,
Никольский В.Г.²

¹*Институт проблем химической физики РАН (Черноголовка),*

²*Институт химической физики РАН им. Н.Н. Семенова (Москва)*

**Исследование радиолита политетрафторэтилена с целью
разработки нового технологического подхода к его утилизации**

12.40 УД-3

Бузник В.М.¹, Курявый В.Г.², Кухтецкий С.В.³

¹*Институт катализа им Г.К. Борескова СО РАН (Новосибирск),*

²*Институт химии ДВО РАН (Владивосток),*

³*Институт химии и химической технологии СО РАН (Красноярск)*

Научные и художественные лики ФОРУМа®

13.00 Обед

УСТНЫЕ ДОКЛАДЫ

14.00 УД-4

Васнецова О.А.

Московская медицинская академия им. И.М. Сеченова (Москва)

**Опыт разработки и эксплуатации полимерных покрытий на
основе фторорганических полимеров**

14.20 УД-5

Гракович П.Н., Иванов Л.Ф., Рябченко И.Л., Толстопятов Е.М.

*Институт механики металлополимерных систем им. В.А. Белого
НАН Беларуси (Гомель)*

**Лазерная технология получения волокнисто-пористого
политетрафторэтилена «ГРИФТЕКС»**

14.40 УД-6

Гракович П.Н., Шелестова В.А., Серафимович В.В.

*Институт механики металлополимерных систем им. В.А. Белого
НАН Беларуси (Гомель)*

**Композиты «ФЛУВИС» на основе политетрафторэтилена и
модифицированных углеволокон**

15.00 УД-7

Игнатъева Л.Н.¹, Козлова С.Г.², Бузник В.М.³

¹Институт химии ДВО РАН (Владивосток),

²Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН (Новосибирск)

³Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН (Новосибирск)

Квантово-химическое исследование конформеров: C_nF_{2n+2} , C_nF_{2n} и $C_nF_{2n}O$. Структура, ИК-спектры

15.20 УД-8

Губин С.П.¹, Коробов М.С.¹, Юрков Г.Ю.¹, Бузник В.М.², Цветников А.К.³

¹Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН (Москва),

²Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН (Новосибирск),

³Институт химии ДВО РАН (Владивосток)

Металлсодержащие наночастицы, стабилизированные матрицей ультрадисперсного политетрафторэтилена

15.40 УД-9

Гузев В.В.

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск

Разработка новых полимерных материалов для узлов трения нефтяных центробежных насосов

16.00 Перерыв-кофе

16.30 УД-10

Котенко А.А.¹, Новикова М.Д.², Амирханов Д.М.¹, Захаров В.Ю.²

¹РНИЦ "Курчатовский институт" (Москва),

²ОАО "Кирово-Чепецкий химический комбинат" (Кирово-Чепецк)

Применение мембранного метода в производстве тетрафтоэтилена

16.50 УД-11

Ломовский О.И.¹, Дудина Д.В.¹, Политов А.А.¹, Бузник В.М.²

¹*Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН*

(Новосибирск),

²*Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН (Новосибирск)*

Ультрадисперсный политетрафторэтилен в механохимическом получении микро- и наноструктурированных металлсодержащих композитных материалов

17.10 УД-12

Марконренков Ю.А., Самбетбаева А.К., Невский А.В.

Институт химических наук им. А.Б. Бектурова МОН РК (Алматы)

Фторостойчивые стеклообразные композиции

17.30 УД-13

Охлопкова А.А.¹, Попов С.Н.¹, Авакумов Е.Г.²

¹*Институт неметаллических материалов СО РАН (Якутск),*

²*Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН*

(Новосибирск)

Фторполимерные композиции триботехнического назначения

17.50 УД-14

Петрова Т.Л., Кижняев В.Н., Кашевский А.В., Смирнов А.И.

Иркутский государственный университет (Иркутск)

Полимерные селективные мембраны на основе фтор- и азотсодержащих мономеров

18.10 УД-15

Платонов В.Е.

Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова СО РАН (Новосибирск)

Использование фторопласта-4 в термических реакциях

19.00 Фуршет

10 августа, воскресенье

КЛЮЧЕВЫЕ ЛЕКЦИИ

10.00 КЛ-3

Пугачев А.К.

ОАО "Пластполимер" (Санкт-Петербург)

Некоторые аспекты химической и физической модификации политетрафторэтилена

10.45 КЛ-4

Фурий Г.Г.

*Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова
СО РАН (Новосибирск)*

Новые подходы к синтезу мономеров для получения фторполимерных материалов

11.30 Перерыв-кофе

УСТНЫЕ ДОКЛАДЫ

12.00 УД-16

Попов С.Н.

Институт неметаллических материалов СО РАН (Якутск)

Конструкции фторопластовых радиальных уплотнений

12.20 УД-17

Ромашин О.П., Мазанко А.Ф.

ФГУП НИИ «Синтез» с КБ (Москва)

Использование фторполимеров в процессах получения хлора и щелочей

12.40 УД-18

Зайцев С.Д.¹, Семчиков Ю.Д.¹, Бочкарев М.Н.², Ханов Е.Н.²,
Захарова О.Г.¹

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

²*Институт металлоорганической химии им. Г.А. Разуваева РАН
(Нижний Новгород)*

**Функционализация сверхразветвленного перфторированного
полифениленгермана**

13.00 Обед

УСТНЫЕ ДОКЛАДЫ

14.00 УД-19

Салдин В.И.¹, Цветников А.К.¹, Бузник В.М.², Игнатьева Л.Н.¹,
Курявый В.Г.¹, Карпенко А.А.³

¹*Институт химии ДВО РАН, Институт биологии моря ДВО РАН
(Владивосток),*

²*Институт катализа им Г.К. Борескова СО РАН (Новосибирск),*

³*Институт биологии моря ДВО РАН (Владивосток)*

**Синтез, строение и свойства лиофильного ультрадисперсного
политетрафторэтилена**

14.20 УД-20

Уваров Н.Ф.¹, Бузник В.М.²

¹*Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН
(Новосибирск),*

²*Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН (Новосибирск)*

**Влияние политетрафторэтилена на электрофизические
характеристики твердых электролитов**

14.40 УД-21

Харитонов А.П.¹, Харитонова Л.Н.¹, Москвин Ю.Л.¹,
Тепляков В.В.², Сырцова Д.А.², Коорс Г.Н.³, Кемперман А.Л.В.³,
Singh R.P.⁴

¹Филиал Института энергетических проблем химической физики
РАН (Черноголовка),

²Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН
(Москва),

³University of Twente (Enschede, The Netherlands),

⁴Indian Institute of Technology, (Kharagpur, India)

**Улучшение поверхностных свойств полимерных изделий
прямым фторированием и прямым фторированием в сочетании
с прививкой**

15.00 УД-22

Цветников А.К.¹, Бузник В.М.²

¹Институт химии ДВО РАН (Владивосток),

²Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН (Новосибирск)

**ФОРУМ®. Синтез, модификация, производство, результаты
испытаний и области применения**

15.20 УД-23

Шиц Е.Ю., Охлопкова А.А., Адрианова О.А.

Институт неметаллических материалов СО РАН (Якутск)

**Композиционные материалы на основе политетрафторэтилена и
порошков природных алмазов, применяемые в процессах
абразивной обработки**

16.00 Перерыв-кофе

СООБЩЕНИЯ

16.30-17.30 СЕКЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

СО-1М

Аюрова О.Ж.¹, Максанова Л.А.¹, Стариченко В.Ф.², Бодоев Н.В.³,
Могнонов Д.М.³

¹*Восточносибирский государственный университет (Улан-Удэ),*

²*Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова
СО РАН (Новосибирск)*

³*Бурятский государственный университет (Улан-Удэ)*

**Изучение свойств металлароматических комплексов,
полученных из отходов обработки фторопластов**

СО-2М

- Корнопольцев В.Н., Могнонов Д.М., Корнопольцев Н.В.,
Рогов В.Е.
Байкальский институт природопользования СО РАН (Улан-Удэ)
**Подбор наполнителя для антифрикционного листового
металлофторопластового материала**
- Корнопольцев В.Н., Могнонов Д.М., Рогов В.Е.
Байкальский институт природопользования СО РАН (Улан-Удэ)
Новый листовый металлофторопластовый материал
- Корнопольцев В.Н., Корнопольцев Н.В., Рогов В.Е.
Байкальский институт природопользования СО РАН (Улан-Удэ)
**Получение цилиндрических заготовок с заданными
размерами из фторопласта-4**

СО-3М

Ленская Е.В., Рогов В.Е.

Байкальский институт природопользования СО РАН (Улан-Удэ)

Полимер-полимерные смеси на основе фторопласта-4

СО-4М

Юцюгаяева Т.С., Охлопкова А.А.

Институт неметаллических материалов СО РАН (Якутск)

Разработка полимерных композиционных материалов на основе политетрафторэтилена и углеродных волокон

17.30-18.30 СООБЩЕНИЯ

СО-1

Бельтюков В.Л.

ОАО "Кирово-Чепецкий химический комбинат

им. Б.П. Константинова" (Кирово-Чепецк)

Применение и особенности переработки Ф-4ДМ

СО-2

Бирюкова Е.И., Амосова С.В., Гаврилова Г.М., Живетьева С.А.

Иркутский институт химии им. А.Е. Фаворского СО РАН

(Иркутск)

Полимеризационная активность дивинилтиопроизводных тетрафторбензолов

СО-3

Бузник В.М.¹, Габуда С.П.², Игнатъева Л.Н.³, Козлова С.Г.²

¹*Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН (Новосибирск),*

²*Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН*

(Новосибирск),

³*Институт химии ДВО РАН (Владивосток)*

Строение модифицированного политетрафторэтилена по данным DTF расчетов и спектроскопии ЯМР

СО-4

**Бузник В.М.¹, Карташев А.В.², Кухлевская Т.С.³,
Семянников П.П.⁴, Цветников А.К.³**

¹Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН (Новосибирск),

²Институт физики им. Л.В. Киренского СО РАН (Красноярск),

³Институт химии ДВО РАН (Владивосток),

⁴Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН
(Новосибирск)

**Особенности тепловых свойств и терморазложения
ультрадисперсного политетрафторэтилена**

СО-5

**Бузник В.М.¹, Кирик С.Д.², Плясова Л.М.¹, Соловьев Л.А.²,
Цветников А.К.³**

¹Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН (Новосибирск),

²Институт химии и химической технологии СО РАН (Красноярск),

³Институт химии ДВО РАН (Владивосток)

**Исследование строения политетрафторэтилена методом
порошковой рентгеновской диффрактометрии**

СО-6

**Бузник В.М.¹, Кригер Ю.Г.², Ольшевски М.А.³, Семенов А.Р.²,
Сергеев Н.А.³**

¹Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН (Новосибирск),

²Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН,
(Новосибирск),

³Institute of Physics, University of Szczecin (Szczecin, Poland)

**ЯМР-релаксационные исследования молекулярного движения в
политетрафторэтилене**

19.00

Ужин



11 августа, понедельник

КЛЮЧЕВАЯ ЛЕКЦИЯ

10.00 КЛ-5

Харитонов А.П.¹, Пивень Н.П.¹, Таеge R.², Ferrier G.³

¹Филиал Института энергетических проблем химической физики РАН (Черноголовка)

²Air Products, Fluorine Technology (Hattingen, Germany)

³Air Products, European Technology Group (Crewe, United Kingdom)

Кинетика и механизм прямого фторирования полиэтиленов

10.45-11.35 СООБЩЕНИЯ

СО-7

Гавриленко Т.П.¹, Куркин В.М.², Острер С.Г.²,

Ульяницкий В.Ю.¹

¹ИГиЛ СО РАН (Новосибирск),

²ОАО "Галоген" (Пермь)

Технология детонационного напыления расширяет ассортимент продукции из фторопласта

СО-8

Галлямов М.О.¹, Хохлов А.Р.¹, Бузник В.М.², Цветников А.К.³

¹Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (Москва),

²Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН (Новосибирск),

³Институт химии ДВО РАН (Владивосток)

Использование методики сверхкритического CO₂ для получения нанопокровтий политетрафторэтиленом и капсулирования парафинов

СО-9

Гильман А.Б.¹, Шифрина Р.Р.¹, Потапов В.К.¹,
Дворникова К.В.², Платонов В.Е.²

¹*Научно-исследовательский физико-химический институт
им. Л.Я. Карпова (Москва),*

²*Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова
СО РАН (Новосибирск)*

**О полимеризации полифтораренов под действием тлеющего
разряда**

СО-10

Горбань А.В., Татарова Л.А., Салауров В.Н., Халиуллин А.К.
*Иркутский институт химии им. А.Е. Фаворского СО РАН,
(Иркутск)*

Фторзамещенные полифениленсульфиды

СО-11

Ермакова Т.Г., Кузнецова Н.П.

Иркутский институт химии им. А.Е. Фаворского СО РАН

**Высоко гидрофильные сополимеры с фторалкилметакрилатами
– перспективные материалы для офтальмологии**

11.35

Перерыв-кофе

12.00-13.00 СООБЩЕНИЯ

СО-12

Иванов М.Г.¹, Харламов В.В.², Бузник В.М.³, Цветников А.К.⁴,
Иванов Д.М.¹,

¹*Уральский государственный технический университет
(Екатеринбург),*

²*Институт машиноведения УрО РАН (Екатеринбург),*

³*Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН (Новосибирск),*

⁴*Институт химии ДВО РАН (Владивосток)*

**Триботехнические свойства смазочного материала,
модифицированного ультрадисперсными алмазами,
содержащего политетрафторэтилен**

СО-13

Игнатьева Л.Н.¹, Цветников А.К.¹, Салдин В.И.¹, Бузник В.М.²

¹*Институт химии ДВО РАН (Владивосток),*

²*Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН (Новосибирск)*

Спектроскопическое исследование строения и некоторых свойств ультрадисперсного политетрафторэтилена

СО-14

Ильин А.Н., Бахмутов Ю.Л., Ильин А.А., Иванова Л.М.

ОАО «Галоген» (Пермь)

Синтез малеиновых эфиров на основе полифторированных спиртов-теломеров

СО-15

Корнопольцев Н.В., Корнопольцев В.Н.

Байкальский институт природопользования СО РАН (Улан-Удэ)

Коррозионностойкие покрытия для пресс-форм горячего прессования фторопласта-4

СО-16

Корнопольцев В.Н., Рогов В.Е.

Байкальский институт природопользования СО РАН (Улан-Удэ)

Особенности применения свинцового порошка в качестве наполнителя во фторопластовых композициях

СО-17

Курявый В.Г.¹, Бузник В.М.², Цветников А.К.¹

¹*Институт химии ДВО РАН (Владивосток),*

²*Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН (Новосибирск)*

Морфология и иерархическая схема организации ультрадисперсного политетрафторэтилена и продуктов его пиролиза

13.00

Обед

14.00 15.30 СООБЩЕНИЯ

СО-18

Майборода В.П., Бойков А.В., Егоров А.Н.

Восточно-Сибирский институт МВД России

(Иркутск)

Исследование огнестойкости полимер-древесных композиций

СО-19

Мамылов С.Г.¹, Ломовский О.И.¹, Бузник В.М.²

¹*Институт химии твердого тела СО РАН (Новосибирск),*

²*Институт катализа СО РАН (Новосибирск)*

Моделирование поведения твердых антифрикционных материалов, содержащих политетрафторэтилен

СО-20

Михайлов А.И., Кузина С.И., Шилова И.А., Демидов С.В.,

Щербань А.Н.

Институт проблем химической физики РАН (Черноголовка)

Генерация свободных радикалов при низких температурах в многоцентровых синхронных реакциях галогенирования

СО-21

Новиков О.Н., Новикова О.А.

Иркутский государственный университет (Иркутск)

Выделение брома и йода из рассолов на полимерных сорбентах

СО-22

Острер С.Г.

ОАО "Галоген" (Пермь)

Провода нагревательные «ТЕФОСТ»

СО-23

Охлопкова А.А.¹, Петрова П.Н.², Ючюгяева Т.С.¹

¹*Институт неметаллических материалов СО РАН (Якутск),*

²*Якутский государственный университет им. М.К. Амósова*

(Якутск)

Исследование особенностей изнашивания ПТФЭ, наполненного природными цеолитами

СО-24

Селютин Г.Е.¹, Ворошилов В.А.²

¹*Институт химии и химической технологии СО РАН (Красноярск),*

²*Научно-производственное предприятие «Полихим» (Красноярск)*

**Применение политетрафторэтилена в парах трения
сталь-резина**

СО-25

Трофимова К.С.¹, Горбань А.В.², Татарова Л.А.²

¹*Иркутский государственный технический университет (Иркутск)*

²*Иркутский институт химии им. А.Е. Фаворского СО РАН
(Иркутск)*

**Сополимеры пентахлорфенола и полихлораренов
с сульфидом натрия**

СО-26

Халиуллин А.К.¹, Салауров В.Н.¹, Егоров А.Н.²

¹*Иркутский институт химии им. А.Е. Фаворского СО РАН
(Иркутск),*

²*Восточно-Сибирский институт МВД России (Иркутск),*

**Огнезащитный эффект минеральных наполнителей
в поливинилхлоридных пластизолях**

СО-27

Халиуллин А.К.¹, Салауров В.Н.¹, Раскулова Т.В.¹, Егоров А.Н.²,

Огибалова Т.А.³

Новые поливинилхлоридные материалы

¹*Иркутский институт химии им. А.Е. Фаворского СО РАН,
Иркутск*

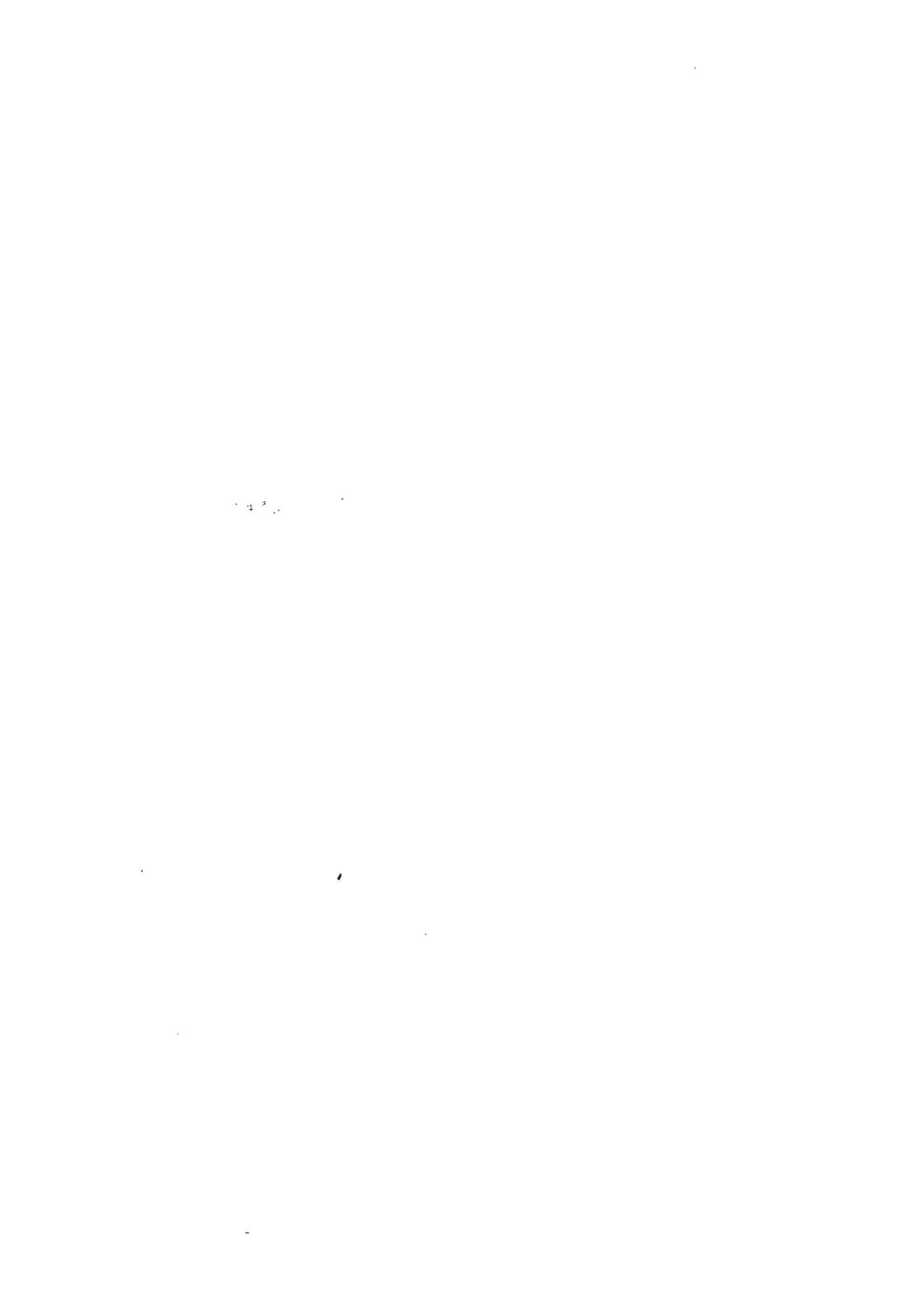
²*Восточно-Сибирский институт МВД России, Иркутск*

³*ОАО «Усольехимпром», Усолье-Сибирское*

15.30 **Закрытие семинара**

16.30 **Отъезд участников в Улан-Удэ**

КЛЮЧЕВЫЕ ЛЕКЦИИ



**ФТОРПОЛИМЕРЫ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ.
РАЗРАБОТКА, ПРОИЗВОДСТВО, ПОТРЕБЛЕНИЕ.
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ**

В.В. Коноваленко

ОАО «Пластполимер», Санкт-Петербург

Отличительные особенности фторполимеров определяются высокой электроотрицательностью и малым радиусом атома фтора, высокими значениями энергии связей С-Ф и короткой длиной этих связей, низким значением коэффициента поляризации атома фтора.

Ценные технические свойства фторполимеров определяют устойчивый спрос на этот вид пластмасс. Несмотря на неравномерные темпы прироста, мировое потребление фторполимеров, в среднем, ежегодно увеличивается на 4–5 %.

Около 18 фирм в Северной Америке, Европе и в Азии ежегодно производят 100–120 тысяч тонн различных фторполимеров, из них около 60 % приходится на долю эмульсионного и суспензионного политетрафторэтилена, остальные 40 % - на долю фторполимеров, которые можно перерабатывать из расплавов. В докладе приведен перечень основных видов производимых фторполимеров и представлена характеристика их ведущих производителей.

В ОАО «Пластполимер» за 55 лет деятельности отдела фторполимеров разработан и исследован широкий ассортимент фторполимеров, соответствующий по основным видам мировому промышленному ассортименту этой продукции.

КЛ-1

Проанализированы основные направления развития в области получения полимеров методами радикальной полимеризации фторвиниловых мономеров. Приведены виды изделий из фторполимеров, разработка и производство которых активно развивались в течение последних 5–7 лет.

Приведен перечень основных видов фторполимерной продукции, производимой предприятиями Российской Федерации.

ВЛИЯНИЕ ГАММА-РАДИАЦИИ НА МОЛЕКУЛЯРНО-ТОПОЛОГИЧЕСКУЮ СТРУКТУРУ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА

Ю.А. Ольхов, С.Р. Аллаяров, С.В. Коновалихин,
Т.Е. Чернышева

Институт проблем химической физики РАН, Черноголовка

Существующие в настоящее время методы определения молекулярной неоднородности полимеров базируются в основном на использовании свойств их разбавленных растворов, если речь идет о полимерах линейного строения, и исследовании процесса набухания в специально подбираемых растворителях в полимерах сетчатого строения. Естественно, что такими методами можно анализировать только хорошо растворимые полимеры. Для нерастворимых полимеров, таких как политетрафторэтилен (ПТФЭ), эти методы неприемлемы. Термомеханическая спектроскопия (ТМС) - новая безрастворная диагностика молекулярно-топологического строения полимеров - разработана в Институте проблем химической физики РАН. Она базируется на термомеханическом анализе полимеров и позволяет осуществлять комплексное молекулярно-топологическое тестирование полимеров любой структуры и строения в ходе одного эксперимента.

В настоящей работе методом ТМС изучено молекулярно-топологическое строение ПТФЭ до и после воздействия на него гамма-радиации. Обнаружены четыре топологические структуры ПТФЭ: аморфная и три кристаллических (высокоплавкая, промежуточная и низкоплавкая модификации) блока. При гамма-

КЛ-2

облучении ПТФЭ практически неизменными остаются как свободный объем, так и молекулярно-массовые характеристики в псевдосетчатой структуре аморфного блока. В кристаллической фазе гамма-облучение снижает молекулярную массу закристаллизованных цепей низкотемпературной модификации, и приводит к исчезновению промежуточной и высокотемпературной кристаллических фаз в результате их трансформации в аморфную. Квантово-химическое моделирование радикала $F_3C(CF_2)_9FC\cdot(CF_2)_8CF_3$ и молекулы перфторалкана $n-C_{20}F_{42}$ показало, что отрыв атома фтора приводит к существенной перестройке молекулярной структуры ПТФЭ. В твердой фазе подобная реорганизация сопровождается сильными изменениями и напряжениями кристаллической структуры перфторалкана и ПТФЭ, способствующими потере его механической прочности.

Работа выполнена при финансовой поддержке Правительства Московской области и РФФИ, проект 01-03-97006

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ХИМИЧЕСКОЙ И ФИЗИЧЕСКОЙ МОДИФИКАЦИИ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА.

А.К. Пугачев

ОАО «Пластполимер», Санкт-Петербург

Политетрафторэтилен (ПТФЭ) занимает доминирующее положение среди фторполимеров, как по объему выпуска, так и по комплексу эксплуатационных свойств. Однако, аномально высокая вязкость расплава, высокая деформативность материала под нагрузкой, низкая износостойкость, низкая поверхностная энергия усложняют его переработку в изделия и являются ограничивающим фактором применения этого материала в технике.

Использование методов химической и физической модификации позволяет не только значительно улучшить свойства ПТФЭ, но и придать новые качества, не присущие этому материалу. К методам химической модификации относится, например, введение в тетрафторэтиленовые цепи макромолекул небольших количеств других перфторированных мономеров (гексафторпропилен, перфторалкилвиниловые эфиры). Такая модификация позволяет повысить физико-механические, электрические характеристики, крипоустойчивость и одновременно открывает новые технологические возможности по получению изделий, а также улучшает свариваемость ПТФЭ. К химической модификации относится поверхностная обработка натрий-нафталиновыми комплексами с целью придания ПТФЭ адгезионной способности для получения различных ламинатов, самоклеящихся пленок и использования клеевых методов крепления.

Более радикальное изменение свойств ПТФЭ имеет место при использовании физических методов модификации, таких как введение

КЛ-3

различных наполнителей и ориентация. При наполнении улучшается именно тот комплекс свойств, который имеет значение для использования ПТФЭ в узлах трения: износостойкость, деформация под нагрузкой, теплопроводность, коэффициент термического расширения. Кроме того, путем введения наполнителей можно придать новые свойства – электропроводность, магнитные свойства.

Ориентационные методы используют для направленного повышения прочностных и электрических характеристик, для придания термоусадочных свойств пленочным материалам. К традиционным материалам этого типа относятся электроизоляционные и конденсаторные пленки.

В настоящее время активно ведутся разработки по созданию из экспандированных материалов различных по виду изделий – пленок, трубок, уплотнительных жгутов и т.д. Отличительной особенностью экспандированных материалов является пористая структура, которая формируется в результате многократной вытяжки сырых экструдатов. Элементами этой структуры являются узлы, соединенные между собой тонкими фибриллами, ориентированными в направлении вытяжки. Благодаря такой структуре материал обладает высокой прочностью и одновременно мягкостью, подвижностью, превосходными диэлектрическими свойствами при пористости, достигающей 90 %.

Приведены примеры использования экспандированных материалов в различных областях техники.

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К СИНТЕЗУ МОНОМЕРОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ФТОРПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Г.Г. Фурин

*Новосибирский институт органической химии
им. Н.Н. Ворожцова СО РАН, Новосибирск*

По размаху и уровню научных достижений и масштабу их промышленной реализации химия полимерных фторматериалов ныне представляет собой мощное самостоятельное научно-техническое направление в органической химии, вобравшее в себя всю специфику фторорганических соединений.

В докладе приводится обзор новых экспериментальных данных, в основном основанных на собственных экспериментах, по синтезу перспективных фторсодержащих мономеров ряда этилена. Материал анализируется и рассматривается по методам синтеза мономеров, квалифицированных по следующим группам:

- 1) мономеры, содержащие атомы фтора при кратной связи;
- 2) мономеры, имеющие при кратной связи фторсодержащие функциональные группы, в том числе перфторалкильные;
- 3) биоолефины с атомами фтора при ненасыщенных атомах углерода;
- 4) мономеры с модифицированной гетероатомом кратной связью, содержащей атомы фтора;
- 5) циклические олефины с атомами фтора при кратной связи и в циклическом ядре.

Показаны новейшие и наиболее перспективные направления реализации новых фтормономеров, особое внимание уделено специфическим реакциям, сопровождаемых их получение, возможности практического использования тех или иных мономеров

КЛ-4

для создания фторполимерных материалов и реакций на их основе. Приводятся некоторые реальные примеры для практического применения новых фтормономеров для синтеза практически значимых материалов с широкой сферой использования.

Уделяется внимание новым подходам к построению ненасыщенных систем с использованием промышленно доступных полупродуктов фторорганического синтеза. Усилен акцент на необходимость реализации простейших операций и основных закономерностей, разработанных и выявленных при изучении реакционной способности фторолефинов, включающих действие катализаторов и новых путей трансформации углеродного скелета.

Отмечен сдвиг в сторону крупных областей применения, включающих потребительские товары, где использование фторполимерных материалов может улучшить соотношение качества и цены, выявляет новые возможности дальнейшего развития технологии получения фторсодержащих материалов.

КИНЕТИКА И МЕХАНИЗМ ПРЯМОГО ФТОРИРОВАНИЯ ПОЛИЭТИЛЕНОВ

А.П. Харитонов¹, Н.П. Пивень¹, R. Taeye², G. Ferrier³

¹ *Филиал Института энергетических проблем химической физики
РАН, Черноголовка*

² *Air Products, Fluorine Technology, Hattingen, Germany*

³ *Air Products, European Technology Group, Crewe, United Kingdom*

Поверхностное модифицирование прямым фторированием (т.е. воздействие газообразного фтора и его смесей) - отработанный метод улучшения эксплуатационных свойств полимерных материалов [1,2]. Фторирование протекает спонтанно с приемлемой скоростью уже при комнатной температуре. Важное практическое применение прямого фторирования - улучшение барьерных свойств полимерных емкостей. Например, фторирование автомобильных баков приводит к существенному уменьшению потерь топлива. При этом модифицируется лишь поверхностный слой толщиной 1-10 мкм, а объемные свойства полимерных изделий остаются неизменными.

В работе использованы два вида полиэтилена низкой плотности (ПЭНП) (плотностью 0.918 и 0.926 г/см³, "Aldrich"), пять видов промышленного полиэтилена высокой плотности (ПЭВП) (плотностью 0.945, 0.946, 0.947, 0.948 и 0.949 г/см³), поливинилфторид (ПВФ) (Scientific Polymer Products, Inc.) и поливинилиденфторид (ПВДФ) (Fluorochem Limited). Фтор содержал менее 0.1% примеси кислорода. Метод кинетической интерференции в видимой области был использован для измерения зависимости толщины фторированного слоя от времени фторирования t "in situ" [3]. Для измерения спектров в видимой области использовали спектрометр "Spekord UV- VIS", а в ИК области - Фурье-ИК спектрометр ФТ-02. Для регистрации радикалов

КЛ-5

применялся ЭПР спектрометр, оснащенный расположенным непосредственно в резонаторе спектрометра реакционным объемом, позволявшим исследовать кинетику фторирования "in situ".

Фторирование полиэтилена протекает как цепная реакция с периодом индукции. Инициирование фторирования происходит при реакции молекулярного фтора с С-Н связью в $-CH_2-CH_2-$ мономерном звене либо с двойной $-CH=CH-$ связью, но ни в коем случае не через диссоциацию молекулярного фтора. Фторирование ПЭНП и ПЭВП - диффузионно-контролируемый процесс. Скорость формирования фторированного слоя лимитируется скоростью проникновения фтора через фторированный слой к слою исходного полимера. Фторированный и немодифицированный слой разделены очень узкой переходной зоной, где и протекает большинство химических превращений. Скорость фторирования возрастает при увеличении давления фтора и температуры и не зависит от наличия гелия и азота во фторирующей смеси. Присутствие даже малых (на уровне 0.5%) количеств кислорода во фторирующей смеси приводит к образованию С=О-содержащих групп и к разрывам полимерных цепей. Скорость фторирования ПЭВП выше скорости фторирования ПЭНП при одинаковых условиях фторирования. ПВХ не реагирует с фтором даже при температуре вплоть до 430 К и под воздействием УФ-излучения.

Литература

1. Kharitonov A.P., Piven N.P., Taeye R., Ferrier G.//Intern. Conf. "Fluorine in Coatings-V", 21-22 January, 2003, Orlando, USA. Abstracts, № 7.
2. Kharitonov A.P.//J. Fluorine Chem. - 2000. - V. 103. - P. 123.
3. Харитонов А.П., Москвин Ю.Л., Харитонова Л.Н., Котенко А.А., Тульский М.Н.//ВМС, Сер.Б. - 1995. - Т. 37. - С. 307.

УСТНЫЕ ДОКЛАДЫ

**РАДИАЦИОННО–ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К
УЛУЧШЕНИЮ ХАРАКТЕРИСТИК
ФТОРПОЛИМЕРСОДЕРЖАЩИХ КОМПОЗИЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ**

**С.Р. Аллаяров, Ю.Н. Смирнов, Ю.А. Ольхов, В.В. Барелко,
Г.П. Белов**

Институт проблем химической физики РАН, Черноголовка

Исследована радиационная модификация полимерных композиционных материалов (ПКМ), содержащих армирующую стеклоткань (Э-180) и термопластичные связующие – фторсодержащие полимеры. Армирующую стеклоткань совмещали с термопластичным связующим (промышленные фторопласты Ф-40, Ф-4МБ, Ф-3М, Ф-50, Ф-2М) методом пленочной технологии: при нагревании в расплаве под давлением. ПКМ с гибридной матрицей на основе фторсодержащих полимеров (Ф-40, Ф-2М) и полиолефинов (ПЭ, ПП) готовили прессованием при нагреве предварительно перемешанных порошков этих полимеров. В докладе анализируется обширный экспериментальный материал по радиолузу более 20 типов ПКМ, содержащих в качестве полимерной матрицы фторопласты и их углеводородные аналоги. Исследованные ПКМ обладают умеренной радиационной стойкостью, которая определяется превращениями как полимерной матрицы, так и стеклоткани. При радиолузе наряду со структурной модификацией ПКМ, заключающейся в преобразовании надмолекулярной структуры полимеров при сохранении

УД-1

химического строения макроцепей, происходит также химическая модификация связующего, включающая образование ковалентных связей между различными макроцепями или между макроцепями и поверхностью стекловолокон. Действие ионизирующих излучений на фторполимеры приводит либо к их структурированию (Ф-40, Ф-2М), либо к деструкции (Ф-4МБ, Ф-3М, Ф-50). Для некоторых полимеров (Ф-3) возможны оба направления превращений. В докладе приводится анализ условий для преимущественной реализации каждого из них.

Таким образом, при радиолитическом разложении ПКМ в полимерной матрице образуются поперечные межмолекулярные и внутримолекулярные связи; протекают процессы разрыва связей в главной цепи и реакции прививки полимера на поверхности стекловолокон. Анализ данных показывает, что при малых дозах облучения в основном наблюдается рост прочностных характеристик ПКМ. Однако, для ПКМ, содержащих в качестве связующего ПЭ, предварительно упрочненных путем аппретирования стеклоткани силоксановыми соединениями, наблюдается понижение разрывной прочности при сравнительно низких дозах облучения (менее 3 Мрад).

Полученные результаты представляют важный практический интерес.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского Фонда фундаментальных исследований и Фонда содействия развитию малых предприятий (грант № 02-03-08103-инно).

**ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИОЛИЗА
ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА С ЦЕЛЬЮ РАЗРАБОТКИ
НОВОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПОДХОДА К ЕГО
УТИЛИЗАЦИИ**

**С.Р. Аллаяров¹, Т.Е. Чернышева¹, Ю.А. Ольхов¹,
В.Г. Никольский²**

¹*Институт проблем химической физики РАН, Черноголовка*

²*Институт химической физики РАН им. Н.Н. Семенова, Москва*

Политетрафторэтилен (ПТФЭ) благодаря своим уникальным свойствам используется во многих областях промышленности и новой техники. Отходы, образуемые при производстве ПТФЭ, не могут быть переработаны традиционными способами, используемыми для других полимеров. Для утилизации отходов ПТФЭ и композиций на его основе удобным способом является их измельчение после радиолиза. Во многом прогресс в таком походе задерживался отсутствием механизма радиационной деструкции ПТФЭ. Наши исследования показали, что главным источником радиационной деструкции ПТФЭ являются радиолитические атомы фтора. Атомы фтора, проникая в так называемую "клетку", состоящую из двух радикалов, образующихся в момент разрыва углерод-углеродной связи, осуществляют процесс деструкции основной углеродной цепи ПТФЭ. Кроме того, превращение макромолекулы ПТФЭ в радикал сопровождается сильной перестройкой молекулярной структуры, и в твердой фазе такая реорганизация должна сопровождаться сильными изменениями кристаллической структуры. Следовательно, управляя реакцией

УД-2

отрыва и присоединения атомов фтора, можно направить процесс радиолиза в нужное нам русло, т.е. увеличить или уменьшить степень и скорость деструкции ПТФЭ. В докладе на примере ПТФЭ рассматривается экологически чистая энергосберегающая технология высокотемпературного сдвигового измельчения радиационно неустойчивых полимеров. На основе выявленных в работе закономерностей радиолиза и особенностей множественного растрескивания и измельчения фторполимеров в интенсивном силовом поле, разработан способ получения высокодисперсных порошков после предварительной обработки излучением высокой энергии. Проведено комплексное исследование влияния радиации или других типов предварительного воздействия на молекулярно-топологическое строение ПТФЭ и других фторполимеров. Полученные порошки из вторичного тefлона и отходов производства фторопластов могут применяться в составе суспензий, композиций, лаков или футеровок, которые используются в различных областях науки и новой технологии, медицине, пищевой химической и текстильной промышленности.

Работа выполнена при финансовой поддержке Правительства Московской области и РФФИ, проект 01-03-97006.

НАУЧНЫЕ И ХУДОЖЕСТВЕННЫЕ ЛИКИ ФОРУМА®

В.М. Бузник¹, В.Г. Курявый², С.В. Кухтецкий³

¹Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, Новосибирск

²Институт химии Дальневосточного отделения РАН, Владивосток

³Институт химии и химической технологии СО РАН, Красноярск

Ультрадисперсный порошок политетрафторэтилена торговой марки ФОРУМ®, полученный термогазодинамическим методом, обладает рядом особенностей, отличающих его от исходного политетрафторэтилена (ПТФЭ). В докладе акцентируются особенности физико-химических параметров порошка в сопоставлении с марками ПТФЭ.

ФОРУМ® отличается термодинамическими характеристиками, проявляемыми меньшим числом аномалий термодинамических параметров, их сдвигами на температурной шкале, и обладает широкой областью термического разложения (330-850 К), в четыре раза превосходящей показатель стандартного ПТФЭ. Другое отличие в кристаллической структуре ФОРУМа® при комнатной температуре: исходя из рентгенодифрактограмм порошков, он обладает псевдогексагональной структурой с частичным разупорядочением, которая характерна для высокотемпературной фазы ПТФЭ (>303 К). Как показывают ИК- и ЯМР-спектроскопические данные, макромолекулы ФОРУМа® обладают несколько иным микроскопическим строением, проявляемым в наличии CF_3 - и других групп. Релаксационные ЯМР-исследования по ядру ^{19}F обнаружили большую динамическую однородность в ориентационном движении фрагментов

УД-3

макромолекул, чем в блочном или порошкообразном ПТФЭ, несмотря на более высокую морфологическую неоднородность порошка ФОРУМ®. Порошок обладает более высокими адгезионными характеристиками к металлическим поверхностям, что в определенной степени устраняет ограничения практического применения ПТФЭ в качестве функциональных покрытий.

Как показали многочисленные электронномикроскопические (туннельная, силовая, просвечивающая) и светорассеивающие исследования порошка, ФОРУМ® имеет сложную иерархическую организационную структуру: наночастицы-микрочастицы-конгломераты-ассоциаты. При этом наблюдается большое разнообразие морфологических форм: пленки, сферы, полиэдры, микротрубки, микровилки и т.д., которые получаются при использовании различных технологических приемов. Морфологические элементы формируют большое разнообразие и причудливость геометрических структур.

Микрофотографии ФОРУМа®, при соответствующей минимальной компьютерной обработке, предстают не только абстрактными, сюрреалистическими, импрессионистскими изображениями, но и вполне реалистичными объектами, представленными в стиле SCART (science-art). Доклад иллюстрируется микрофотографиями, полученными таким способом.

Работа выполнена при поддержке Интеграционного проекта Президиума РАН, Программа 8.17 и Междисциплинарного интеграционного проекта СО РАН-ДВО РАН № 159.

ОПЫТ РАЗРАБОТКИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОЛИМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ФТОРОРГАНИЧЕСКИХ ПОЛИМЕРОВ

О.А. Васнецова

Московская медицинская академия им. И.М. Сеченова, Москва

В настоящее время покрытия на основе фторорганических полимеров находят широкое применение в различных областях народного хозяйства – самолето- и ракетостроении, строительстве, медицине и фармации. Естественно, что различны и требования, предъявляемые к качеству этих покрытий.

В работе представлены результаты разработки полимерных покрытий на основе фторорганических полимеров различного назначения, работающих в диапазоне температур от – 250 до 400 °С; выделены общие подходы к созданию композиций методом математического планирования эксперимента, рассмотрены методы их стабилизации с использованием разработанного автором принципа нецепного ингибирования [1,2].

Показано, что при разработке различных материалов на основе фторорганических полимеров исследователь сталкивается с большими трудностями. Это объясняется тем, что эти материалы в большинстве случаев многокомпонентны. Характер взаимодействия компонентов между собой и с полимером в указанном диапазоне температур, как правило, не изучен достаточно подробно, поэтому могут выявляться неожиданные эффекты. Например, качество покрытия может повыситься в результате синергизма, или наоборот снизиться из-за сильного катализирующего действия одного из компонентов смеси.

Доказано, что принцип нецепного ингибирования универсален, т.е. является эффективным практически для всех классов термостойких

УД-4

полимеров, подвергающихся термоокислительной деструкции. Однако выбор стабилизирующей добавки, из которой генерируется высокоактивный акцептор кислорода, оптимального количества этой добавки и условий ее разложения непосредственно в изделии определяется типом изделия, составом полимерного материала и условиями эксплуатации.

Представлена оптимальная схема разработки рецептуры лакокрасочного материала, состоящая из следующих этапов: изучение деструкции пленкообразующего, подбор ингибитора, оптимального для данного пленкообразующего, разработка оптимальной рецептуры лакокрасочного материала для заданных конкретных условий. Показано, что применение на последнем этапе метода математического планирования эксперимента с помощью полного факторного эксперимента для трех независимых переменных, варьируемых на двух уровнях, позволяет не только сократить число опытов, но и учесть влияние всех компонентов, входящих в состав лакокрасочного материала, на свойства покрытий.

Найдены пути повышения адгезионных свойств фторорганических покрытий и приведены результаты их эксплуатационных свойств для изделий общего и медицинского назначения [3].

Литература

1. Gladyshev G.P., Vasnetsova O.A. Polymer Stabilization at High Temperatures. "Developments in Polymer Stabilization-6", Ed. G. Scott. Applied Science Publ., London and NY. - 1983. - Ch. 7. - P. 295-334.
2. Химическая энциклопедия, т. 4: Полимерные – Трепсин/Редкол.: Зефиоров Н.С. (гл. ред.) и др. - М.: Большая Российская энцикл. - 1995. – С. 814-818.
3. Васнецова О.А. Маркетинг в фармации. - М.: Книжный мир. - 1999. – С. 173-197.

**ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ
ВОЛОКНИСТО-ПОРИСТОГО ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА
«ГРИФТЕКС»**

П.Н. Гракович, Л.Ф. Иванов, И.Л. Рябченко, Е.М. Толстопятов

*Институт механики металлополимерных систем
им. В.А. Белого НАН Беларуси, Гомель*

В начале 80-х годов авторами обнаружен эффект аномально быстрого избирательного разложения ПТФЭ под действием CO₂-лазерного излучения в вакууме. При этом большая часть полимера деполимеризуется, а меньшая (примерно ¼) выбрасывается из кратера в виде волокон. Скорость разложения на порядок больше, чем у близких по термостойкости к ПТФЭ полимеров, таких как полисульфоны, полиимиды, арамиды, другие фторполимеры, и соответствует скорости разложения в этих условиях полиолефинов, ПММА. Эффект не проявляется при облучении лазерным излучением с другой длиной волны и имеет пороговую зависимость от давления.

На основе обнаруженного эффекта разработана комплексная технология переработки фторопласта-4, основными продуктами которой является волокнисто-пористый материал «Грифтекс», низкомолекулярный тонкодисперсный ПТФЭ и ТФЭ или октофторциклобутан. Она позволяет перерабатывать не только первичный ПТФЭ, но и прессованные отходы.

Материал «Грифтекс» формируется в виде ваты или войлока. Вата состоит из хаотично переплетенных волокон переменного сечения диаметром 5...15 мкм и длиной до 10 мм. Она обладает пористостью 95...99 %, удельным весом 30...50 кг/м³. Войлок

УД-5

состоит из отдельных коротких волокон средним диаметром 10...15 мкм и длиной 0,2...2 мм. Пористость 85...90 %, удельный вес 300...400 кг/м³. По химической и термической стойкости оба вида материала эквивалентны и полностью соответствуют исходному ПТФЭ. Волокна материала «Грифтекс» обладают на 10-15 % повышенной, по сравнению с исходным полимером, степенью кристалличности.

Основное применение материал «Грифтекс» нашел в качестве фильтров. Благодаря высокой пористости, а также наличию мощного электростатического заряда, он имеет другие области применения по сравнению с мембранами Гортекс или фильтрами из волокнисто-пористого ПТФЭ. Разработана серия фильтров «Гриф», эффективно используемых для очистки сжатого воздуха, улавливания масляных и кислотных туманов. Разработаны и используются на ведущих алмазоперерабатывающих заводах установки серии «Гриф-бриллиант» и «Гриф-алмаз» для обработки в кипящих кислотах натуральных и искусственных алмазов, бриллиантов.

Из-за высокой пористости материал «Грифтекс» имеет высокие диэлектрические характеристики – тангенс угла диэлектрических потерь порядка 10^{-5} , диэлектрическая проницаемость 1,05-1,3, что позволяет рассчитывать на его эффективное применение в СВЧ-технике.

Показана перспективность применения материала «Грифтекс» в хирургии для пластики мягких тканей. Высокая пористость и биоинертность обеспечивают хорошее и быстрое прорастание живой тканью при минимальных воспалительных процессах.

КОМПОЗИТЫ «ФЛУВИС» НА ОСНОВЕ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА И МОДИФИЦИРОВАННЫХ УГЛЕВОЛОКОН

П.Н. Гракович, В.А. Шелестова, В.В. Серафимович

*Институт механики металлополимерных систем им. В.А. Белого
НАН Беларуси, Гомель*

При создании композиционных материалов антифрикционного назначения на основе ПТФЭ лучшими наполнителями, обеспечивающими наиболее высокие параметры материалов, являются углеволокна (УВ). В Беларуси, на Светлогорском ПО «Химволокно», существуют большие мощности по производству УВ, в частности, марки «Вискум». Однако эти волокна не применялись для наполнения ПТФЭ по причине низкой прочности получаемых композитов, составляющей всего 10-14 МПа.

Нами разработан метод термоокислительного модифицирования УВ «Вискум». Серийно выпускаемая углелента Вискум-ЛЮ-Н обеспечивает при помолу получение УВ с заданным распределением по длине. Это, вместе с совершенствованием технологии получения композита, позволило организовать серийное производство антифрикционного материала «Флувис». Он имеет прочность на разрыв 20-28 МПа и по износостойкости превосходит ПТФЭ в 1,5... 2,5 тыс. раз. Особенно ярко преимущества композита «Флувис» проявляются в экстремальных условиях эксплуатации, например, при факторе PV (нагрузка*скорость) более 6 МПа*м/с в условиях сухого трения. Организовано серийное производство композита. По оценкам специалистов, в области компрессоростроения в настоящее время «Флувис» является лучшим материалом для уплотнений поршневых групп безмасляных

УД-6

компрессоров. Широко используется для уплотнений шаровой запорной арматуры, в торцевых уплотнениях насосов и компрессоров.

Изменяя условия модифицирования УВ и режимы дробления можно в широких пределах изменять механические свойства, электропроводность, теплопроводность композита. Так, варьируя дисперсный состав УВ, при наполнении ПТФЭ 20% УВ можно получить материалы с электропроводностью, отличающейся на 3-4 порядка.

Наиболее перспективным направлением является плазмохимическая модификация УВ в среде фторорганических соединений. Формирование на поверхности УВ тонкого (доли микрометра) слоя фторполимера приводит к изменению поверхностной энергии и улучшению смачиваемости УВ полимером. В результате уплотняются межфазные слои, улучшается структура композита, что приводит к повышению его прочности и износостойкости. Использование модифицированных в плазме фторорганических соединений УВ позволяет получить композит, имеющий прочность на разрыв, равную прочности ненаполненного ПТФЭ, т.е. наполнитель перестает быть источником трещин в полимерной матрице. Прочность на разрыв композита на основе модифицированных в плазме УВ достигает 35 МПа, а по износостойкости он превосходит базовый «Флувис» в 1,5-2 раза.

Использование модифицированных в плазме УВ позволяет как получать материалы с рекордными характеристиками, так и обеспечивать заданные характеристики при меньшей доле дорогих УВ, т.е. снижать себестоимость и получать более конкурентоспособные композиты.

**КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
 КОНФОРМЕРОВ:
 C_nF_{2n+2} , C_nF_{2n} и $C_nF_{2n}O$. СТРОЕНИЕ, ИК-СПЕКТРЫ**

Л.Н. Игнатъева¹, С.Г. Козлова², В.М. Бузник³

¹*Институт химии Дальневосточного отделения РАН, Владивосток*

²*Институт неорганической химии СО РАН, Новосибирск*

³*Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, Новосибирск*

В настоящей работе в рамках метода *ab initio* выполнены расчеты электронного и геометрического строения, колебательных спектров и некоторых энергетических характеристик цепочечных и разветвленных конформеров C_nF_{2n+2} ($n=5-8$) и олигомеров C_nF_{2n} и $C_nF_{2n}O$.

Для выбора метода расчета и оптимального базиса были выполнены тестовые расчеты геометрии, частот колебаний и некоторых энергетических характеристик молекул F_2 , CF_4 , COF_2 , C_2F_6 , C_4F_{10} , для которых известны необходимые экспериментальные данные (геометрические параметры, колебательные спектры, энергии связи, барьеры вращения). Расчеты выполнялись в рамках методов Хартри-Фока и B3LYP с использованием базисов 6-31G и 6-311+G(d) по программе GAUSSIAN-98.

Согласно результатам проведенных расчетов, наиболее оптимальная геометрия молекулы C_nF_{2n+2} представляет собой зигзагообразную цепь с длинами связей $R(C-C) = 1.53-1.54 \text{ \AA}$ и $R(C-F) = 1.36-1.34 \text{ \AA}$, сворачивающуюся в спираль с углом отклонения от плоскости 17° . Поворот каждой связи C-C на $\sim 17^\circ$ увеличивает расстояние между двумя атомами углерода, разделенными третьим атомом, уменьшая тем самым отталкивание между атомами фтора. При скручивании цепи в спираль расстояние

УД-7

между названными атомами углерода увеличивается на 0.07 \AA , а между атомами фтора, связанными с этими атомами, на 0.25 \AA . Выигрыш в энергии при отклонении цепи от плоской конформации (с теми же длинами связей и валентными углами) составляет 5.8 ккал/моль для C_7F_{16} (HF(базис 6-31G)). Удлинение цепи C_nF_{2n+2} не оказывает существенного влияния на геометрические параметры и колебательные спектры олигомеров. Разница энергии цепочечной и разветвленной (за счет появления боковых трифторметильных групп) конформации C_nF_{2n+2} , невелика ($\sim 2 \text{ ккал/моль}$), что указывает на легкость появления дефектов данного типа в структуре низкомолекулярных модификаций ПТФЭ. По данным выполненных расчетов, в ИК-спектрах конформеров C_nF_{2n+2} с боковой $-CF_3$ группой появляется полоса в области $1000\text{--}950 \text{ см}^{-1}$, отсутствующая в ИК-спектрах цепочечных конформеров. Это дает возможность использовать ИК-спектры для обнаружения дефектов в структуре ПТФЭ, связанных с появлением разветвлений в цепях.

По данным выполненных расчетов при деструкции ПТФЭ возможно образование структур с концевыми $-CF=CF_2$ и $-COF$ группами и внутрицепочечной $-CF=CF-$. Концевая $-COF$ группа в ИК-спектрах характеризуется полосой при 1885 см^{-1} . Соотношение интенсивностей полос $\nu(C-F)$ в группировке $>CF_2$ и $\nu(C=O)$ в ИК-спектрах $C_nF_{2n}O$ могут быть использованы для определения длины цепи. Концевая $-CF=CF_2$ группировка в ИК-спектре характеризуется полосой при 1785 см^{-1} , колебания внутрицепочечной $-CF=CF-$ связи не активны в ИК-спектре и активны в спектре КР.

Работа выполнена при поддержке Интеграционного проекта Президиума РАН, Программа 8.17 и Междисциплинарного интеграционного проекта СО РАН-ДВО РАН № 159.

МЕТАЛЛСОДЕРЖАЩИЕ НАНОЧАСТИЦЫ,
СТАБИЛИЗИРОВАННЫЕ МАТРИЦЕЙ
УЛЬТРАДИСПЕСНОГО ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА

С.П. Губин¹, М.С. Коробов¹, Г.Ю. Юрков¹, В.М. Бузник²,
А.К. Цветников³

¹*Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН,
Москва*

²*Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, Новосибирск*

³*Институт химии Дальневосточного отделения РАН, Владивосток*

Пристальное внимание к металлсодержащим наночастицам обусловлено широким спектром возможного применения материалов на их основе. Можно выделить несколько направлений: создание перспективных магнитных материалов для записи информации, разработку новых каталитически активных материалов, взаимодействие с биологически-активными системами. Как правило, стабилизацию образующихся наночастиц проводят путём покрытия каждой частицы оболочкой из лёгких атомов. Одним из вариантов является капсулирование наночастиц в полимерных матрицах. Представляется интересным использование политетрафторэтилена как инертной стабилизирующей матрицы, но ненабухаемость и нерастворимость его в различных растворителях делает невозможным введение и гомогенное распределение металлсодержащих частиц по объёму полимера. В поисках решения этой задачи мы обратили внимание на ультрадисперсный политетрафторэтилен (УПТФЭ) [1], который представляет собой гранулы полимера размером от 150 до 500 нм.

Авторами разработан метод введения наночастиц в полимерные матрицы путём термодеструкции металлсодержащих соединений. Доработкой метода было найдено, что его можно

использовать для металлизации наногранул УПТФЭ. Ультрадисперсный политетрафторэтилен образует кипящий слой над поверхностью разогретого минерального масла, это свойство было использовано для металлизации наногранул УПТФЭ. В качестве исходных были использованы Fe-, Co-, Cu-, Ni-, Pd-содержащие соединения. Полученные металлполимерные композиты были исследованы микроскопией высокого разрешения (ТЕМ), РФА, EXAFS, Мёсс-бауэровской спектроскопией, а так же были проведены исследования магнитных свойств материала.

Размеры полученных металлсодержащих наночастиц находятся в интервале от 3 до 7 нм. Исследования доказывают предположения о многосоставности полученных наночастиц и о возникновении химических связей между частицей и полимером. Так, для Fe-содержащих наночастиц установлено, что ядро представляет собой α -Fe, затем обнаруживается переход в γ -Fe₂O₃, а на поверхности раздела фаз наночастица-полимер имеют место связи Fe-F, таким образом, происходит дефторирование полимера [2]. Необходимо отметить, что полученные Fe- и Co-содержащие наночастицы при комнатной температуре суперпарамагнитны, что свидетельствует об их относительно малых размерах.

Работа выполнена при поддержке Интеграционного проекта Президиума РАН, Программа 8.17 и Междисциплинарного интеграционного проекта СО РАН-ДВО РАН № 159.

Литература

1. Бuzник В.М., Цветников А.К., Матвеевко Л.А.//Химия в интересах устойчивого развития. – 1996. - № 4. - С. 489-496.
2. Губин С.П., Коробов М.С., Юрков Г.Ю., Цветников А.К., Бuzник В.М.//ДАН. – 2003. - Т. 388. - № 4. - С. 1-4.

РАЗРАБОТКА НОВЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ УЗЛОВ ТРЕНИЯ НЕФТЯНЫХ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ

В.В. Гузеев

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск

Насосы различных типов, в большей степени центробежные, применяются на всех стадиях добычи, транспортировки и переработки нефти и нефтепродуктов. В центробежных насосах два узла - подшипник и уплотнение являются теми конструкционными элементами, от долговечности и надежности которых зависит весь технологический процесс добычи, транспортировки или переработки нефти и нефтепродуктов.

Работоспособность антифрикционных полимерных композитных материалов (ПКМ) характеризуется комплексным показателем, который выражается произведением удельного давления на линейную скорость в паре трения. Поскольку линейные скорости в торцевых уплотнениях составляют 10-20 м/с, а давления до 10 МПа, то этот показатель составляет 100-200 МПа м/с. В работе была показана возможность длительной эксплуатации торцевых уплотнений на основе полимерных материалов [1,2]. За основу была принята композиция, состоящая из политетрафторэтилена (ПТФЭ) марок Ф-4, Ф-4Д, Ф-4ДПТ и поли-поксibenзойной кислоты (ПОБ) с наполнением ее дисульфидом молибдена (ДМ) [3].

Преимущества предложенных композиций по сравнению с силицированным графитом: материал вязкий, имеет низкий коэффициент трения (0,05 без смазки), обрабатывается на токарных и фрезерных станках обычными резцами и фрезами. Сравнительный анализ результатов показал, что самый низкий износ и коэффициент трения наблюдается при трении материала по материалу. По результатам опытно-промышленных испытаний пар трения

торцевых уплотнений из антифрикционных самосмазывающихся ПКМ установлена зависимость их свойств от рабочей среды, температуры и давления при эксплуатации. Полученные данные свидетельствуют о том, что эти материалы обладают значительной механической прочностью, пластичностью, имеют низкий коэффициент трения и небольшой износ, могут эксплуатироваться в интервале температур от -50 до 250⁰С. Разработанные материалы можно рекомендовать для изготовления пар трения, работающих в условиях удельной нагрузки $pV=150\text{МПа м/с}$.

Широкое распространение получили работы по созданию ПКМ с ультрадисперсными сферическими добавками [1,4,5].

Ультрадисперсные частицы, распределяясь равномерно по объему, образуют каркас. Вокруг частиц идет сферолитное кристаллообразование, которое инициирует рост нитевидных кристаллов полимера.

Литература

1. Гузеев В.В., Стрельникова В.А., Платоненко В.Т. и др.//Пластические массы. – 1992. - № 6. - С. 62-64.
2. Гузеев В.В., Барашков В.Н., Люкшин Б.А.//Химическая промышленность. – 1996. - № 12. - С. 55-59.
3. А.С. № 1653329 СССР, МКИ³ С08L 27/18, С08K 3/30, Антифрикционный композиционный материал/Гузеев В.В., Сидоренко Т.Н., Иванова Л.Р. и др., 1991.
4. Сидоренко А.А., Сидоренко Т.Н., Гузеев В.В. и др.//Известия СО РАН. Сибирский химический журнал. - 1992. - Вып. 3. - С. 84-87.
5. Гузеев В.В., Сидоренко Т.Н.//«Новые материалы и технологии. Конструирование новых материалов и упрочняющих технологий». - Новосибирск: Наука. - 1993. - Гл. 6. - С. 122-138.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕМБРАННОГО МЕТОДА В ПРОИЗВОДСТВЕ ТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА

А.А. Котенко¹, М.Д. Новикова², Д.М. Амирханов¹, В.Ю. Захаров²

¹РНЦ "Курчатовский институт", Москва

²ОАО "Кирово-Чепецкий химический комбинат", Кирово-Чепецк

Одной из наиболее актуальных разделительных задач в производстве мономеров и фторопластов является переработка парогазовых смесей, содержащих азеотропные смеси. В частности, на Кирово-Чепецком химическом комбинате (КЧХК), в производстве тетрафторэтилена (ТФЭ) образуется гексафторпропилен (ГФП), выделение которого традиционной низкотемпературной ректификацией невозможно по причине образования в системе азеотропной смеси ГФП с Хл-22 (12 % мол. ГФП).

Авторами предложен нетрадиционный экологически чистый способ концентрирования ГФП мембранным методом до концентрации выше точки азеотропа, что в сочетании с ректификацией позволяет получить товарный ГФП с чистотой свыше 99,9 %.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- подобрана мембрана, отвечающая заданным требованиям по селективности, производительности и химической устойчивости;
- создана компаундирующая композиция, устойчивая к воздействию реальной технологической среды;
- на КЧХК проведены испытания и оптимизация работы опытного мембранного аппарата в реальных промышленных условиях.

Опытно-промышленный мембранный аппарат на основе модифицированного полого волокна Гравитон был испытан в реальных технологических смесях на основе возвратного Хл-22, содержащего 2-6,5 % мол. ГФП, 3-7 % мол. (в сумме) трифторхлорэтилена (ТФХЭ), ТФЭ, Хл-318, Хл-12, Хл-114, а также на модельных смесях, содержащих 16-21 % мол. ГФП. Проведены технологические испытания в широком диапазоне условий эксплуатации (состав, давление исходной смеси, перепад давления на мембране, коэффициент деления потока). Содержание ГФП в целевом потоке при одноступенчатом концентрировании может достигать 15-25 % мол. (в зависимости от режима работы аппарата). ТФХЭ практически полностью концентрировался с Хл-22 в проникшем потоке. Содержание ТФХЭ по отношению к ГФП в концентрате ГФП составляло 0,1-0,3 % мол. Остальные примеси незначительно концентрировались в остаточном потоке, обогащенном по ГФП. За время непрерывных испытаний в течение одного месяца никаких изменений в работе аппарата не обнаружено.

Испытания позволили оптимизировать режим работы аппарата и подтвердили возможность применения мембранного метода. Проведённая оптимизация результатов испытаний показала, что наиболее перспективной является двухступенчатая мембранная схема, позволяющая получить на выходе поток с содержанием ГФП 45-50 % мол. при степени его извлечения из исходного потока не менее 50 % с последующим получением товарного ГФП ректификационным методом.

УЛЬТРАДИСПЕРСНЫЙ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕН В МЕХАНОХИМИЧЕСКОМ ПОЛУЧЕНИИ МИКРО- И НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ МЕТАЛЛОСодержаЩИХ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

О.И. Ломовский¹, Д.В. Дудина¹, А.А. Политов¹, В.М. Бузник²

¹*Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН,
Новосибирск*

²*Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, Новосибирск*

Микро- и наноструктурированные металлические и металлокерамические материалы на основе несмешивающихся металлов - меди и вольфрама – перспективны для применения в жестких условиях. Композиты из несмешивающихся металлов и не реагирующих при высоких температурах веществ оказываются незаменимыми, когда нужно рассеять большие плотности энергий, например, при воздействии электрической дуги, интенсивного лазерного излучения, трения. Применение политетрафторэтилена (УПТФЭ) в материаловедении таких веществ обеспечивает решение задач двух типов: модификации свойств композитов и улучшения технологии их получения.

Металл-фторполимерные композиты интересны с точки зрения возможности их применения в качестве специальных материалов, работающих в условиях трения, например, для скользящих электрических контактов. Высокая эрозионная устойчивость определяется присутствием в составе не взаимодействующих при повышении температуры металлов и тугоплавких соединений, а фторполимер УПТФЭ обеспечивает низкий коэффициент трения.

Использованный в работе механохимический метод состоит в обработке смеси исходных элементных порошков в специальных шаровых мельницах-активаторах при ускорении воздействующих

УД-11

тел до 1000 м/с^2 . Завершение механически стимулированных процессов образования тугоплавких нанокерамических частиц достигается дополнительной термической обработкой или организацией процесса в режиме самораспространяющегося высокотемпературного синтеза.

Твердофазными механохимическими методами получены новые материалы - металл-фторполимерные и металл-керамика-фторполимерные композиты, обладающие комплексом свойств: высокой электропроводностью, устойчивостью к электроэрозии, низким коэффициентом трения и устойчивостью к механическому истирающему воздействию.

При механохимической обработке смесей порошков несмешивающихся металлов - вольфрама и меди с добавкой политетрафторэтилена (до 1% масс.) образуются композитные частицы размером 30-60 мкм; в отсутствие добавки композит состоит из крупных агломератов размером несколько сотен микрон. Добавка политетрафторэтилена улучшает прессуемость материала, увеличивая плотность спрессованных заготовок. Коэффициент трения композитного покрытия W-Cu-УПТФЭ близок к коэффициенту трения массивного фторопласта. Электропроводность композитов при введении УПТФЭ увеличивается незначительно.

Методами термического анализа обнаружено увеличение устойчивости ПТФЭ при его механическом распределении по композиту, возможно связанное со взаимодействием кислородсодержащих групп УПТФЭ и окисленной поверхности металла. В компактах, полученных из порошков различными методами – обычным и плазменным искровым спеканием, спеканием взрывом и в электронном пучке - наноструктура порошка сохраняется в различной степени.

Работа выполнена при поддержке Интеграционного проекта Президиума РАН, Программа 8.17 и Междисциплинарного интеграционного проекта СО РАН-ДВО РАН № 159.

ФТОРУСТОЙЧИВЫЕ СТЕКЛООБРАЗНЫЕ КОМПОЗИЦИИ

Ю.А. Марконренков, А.К. Самбетбаева, А.В. Невский

*Институт химических наук им. А.Б. Бектурова Министерства
образования и науки Республики Казахстан, Алматы*

Фтористый водород и его производные являются основными компонентами ряда производств при получении фторорганических соединений, хладагентов, пропеллентов и др. Процесс получения фторидов особой чистоты путем прямого фторирования, при относительной простоте технологии, чрезвычайно сложен ввиду агрессивности фторсодержащих реагентов, особенно при повышенных температурах. Это создает серьезные проблемы в связи с ограниченностью доступных фторустойчивых материалов при аппаратурном оформлении соответствующих процессов. Имеющиеся фторустойчивые материалы (благородные, некоторые цветные металлы и сплавы, фторопласты, фосфатные и фторофосфатные стекла) являются дефицитными, дорогостоящими, либо не пригодными по технологическим характеристикам, особенно в условиях повышенных температур. Вышеизложенное свидетельствует о необходимости создания эффективных фторустойчивых материалов, имеющих доступную технологию производства и высокие эксплуатационные показатели.

В ИХН МОН РК синтезированы и исследованы стеклообразные композиции, химически устойчивые во фторсодержащих средах при повышенных температурах и обладающие хорошими физико-химическими, технологическими и эксплуатационными характеристиками. Разработан и внедрен способ определения химической стойкости различных материалов в

УД-12

потоке газообразного HF и фторидов при температурах до 500°C. Установлено, что при взаимодействии синтезированных материалов с фторсодержащими средами первоначально наблюдается резкая потеря веса образцов, со временем скорость их разрушения замедляется и, наконец, потеря в весе становится несущественной.

Исследованы продукты взаимодействия композиций с фторидами и показано, что на поверхности их образуется плотная пленка, предохраняющая от дальнейшего разрушения и обеспечивающая высокую химическую стойкость. Изучено влияние примесных оксидов на химическую стойкость синтезированных стеклообразных композиций во фторсодержащих средах и установлено, что их устойчивость зависит от природы и количества вводимых оксидов. Эти исследования позволили использовать при синтезе фторустойчивых материалов не только индивидуальные соединения, но и доступное природное сырье.

Проведена термодинамическая оценка возможности протекания реакций фторидов с кислыми и щелочными средами, включая HF, которая позволила оценить вероятность и степень корродирования синтезированных материалов в различных агрессивных смесях. Производственные испытания опытной партии разработанных материалов в условиях Пермского филиала ГИПХа показали, что они обладают высокой химической стойкостью в промышленных фторсодержащих средах. Это указывает на перспективность их использования в качестве коррозионностойких защитных футеровок и облицовок технологического оборудования, строительных конструкций, стен и полов, эксплуатирующихся в особо агрессивных условиях.

ФТОРПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИИ ТРИБОТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

А.А. Охлопкова¹, С.Н. Попов¹, Е.Г. Аввакумов²

¹*Институт неметаллических материалов СО РАН, Якутск*

²*Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН,
Новосибирск*

Прогресс современного машиностроения во многом связан с использованием полимеров и, в первую очередь, антифрикционных полимерных материалов, обладающих эффектом самосмазывания. К таким полимерам относится фторопласт-4 (Ф-4). Однако он характеризуется так называемой «хладотекучестью», приводящей к резкому ухудшению трибологических показателей материала при повышении скорости скольжения и возрастании нагрузки. В связи с этим разработка полимерных композиционных материалов (ПКМ) на основе Ф-4 базируется на устранении «хладотекучести» путем модифицирования связующего.

В докладе рассматриваются вопросы, связанные с исследованием механизмов формирования и изнашивания ПКМ на основе Ф-4 и керамических частиц нанометрового размера, а также рецептуры новых материалов триботехнического назначения, характеризующихся повышенными износостойкостью, прочностью, эластичностью.

На основании результатов исследования сформулированы физико-химические принципы создания ПКМ с улучшенными служебными характеристиками, способными в процессе трения и изнашивания приспособляться к условиям эксплуатации. Эти

УД-13

принципы базируются на установленных закономерностях и включают: 1) усиление адгезионного взаимодействия в межфазных областях за счет поляризационных зарядов нанометровых наполнителей; 2) управление свойствами материалов путем регулирования надмолекулярной структуры связующего; 3) управление трибохимическими реакциями, протекающими при изнашивании материала, путем инициирования нанонаполнителями процессов сшивки фрагментов трибораспада полимера.

На основании установленных механизмов формирования ПКМ, модифицированных нанонаполнителями, разработаны триботехнические материалы с высокими износостойкими и прочностными характеристиками, способные эксплуатироваться при повышенных нагрузках и скоростях скольжения, низких и криогенных температурах. Показана активная роль наномодификаторов в процессах трения и изнашивания ПКМ.

ПОЛИМЕРНЫЕ СЕЛЕКТИВНЫЕ МЕМБРАНЫ НА ОСНОВЕ ФТОР- И АЗОТСОДЕРЖАЩИХ МОНОМЕРОВ

Т.Л. Петрова, В.Н. Кижняев, А.В. Кашевский, А.И. Смирнов

Иркутский государственный университет, Иркутск

Одним из «индикаторов» нормального функционирования живого организма является оксид азота (NO), который выполняет важные функции в физиологии млекопитающих. Отклонение концентрации NO от нормы свидетельствует о нарушении процессов жизнедеятельности организма, т.е. содержание NO может служить критерием при диагностике различных заболеваний человека. Рост интереса к прямому определению NO *in vivo* требует высокочувствительного и селективного метода для измерения его малых концентраций. Электрохимические методы особенно перспективны для развития аналитических подходов к мониторингу NO непосредственно в организме. Для создания электрохимического сенсора на NO, пригодного для работы в биологических средах, важной задачей является обеспечение селективности амперометрического датчика. Среди веществ, мешающих определению, можно выделить как анионные (нитрит, нитрат), так и катионные (допамин) компоненты. Общепринятым методом исключения влияния анионных компонентов является модифицирование поверхности рабочего электрода фторсодержащим полимером «наффон». Однако использование однослойной полимерной мембраны не обеспечивает достаточной селективности электрода; более эффективными являются многослойные электродные покрытия на основе полифункциональных полимерных материалов. Такими селективными мембранами могут быть полимеры, сочетающие в своей структуре азольные циклы и фторсодержащие фрагменты. Полимеры винилазолов обладают таким уникальным комплексом свойств, как гидрофильность, склонность к

комплексообразованию, химическая стабильность, а наличие в структуре атомов фтора должно обеспечивать хорошую механическую прочность и адгезию к другим фторированным полимерам (например, к «нафиону»), что важно при формировании многослойных покрытий для электродов. С этой целью были синтезированы и изучены сополимеры 1,1,3-тригидротетрафторпропилметакрилата (4-ФАМА) и 1,1,5-тригидрооктафторамилметакрилата (8-ФАМА) с 1-винилимидазолом (ВИ), 1-винил-1,2,4-триазолом (ВТр) и 5-винилтетразолом (5-ВТ). Полимерные продукты с имидазольным и триазольным циклами проявляют свойства оснований, а сополимеры с 5-ВТ – кислотные свойства. Высокая полимеризационная активность изученных виниловых мономеров позволяет легко варьировать составы сополимеров, т.е. изменять их гидрофильно-гидрофобный баланс и, тем самым, селективность полимерных покрытий. В ряду использованных винилазолов наименьшая активность при сополимеризации с ФАМА отмечена у ВИ, а наибольшая – у 5-ВТ. Получаемые сополимеры, благодаря содержанию фторметакрилатных фрагментов, растворимы в таких органических растворителях, как ДМФА, ацетон, ацетонитрил и обладают пленкообразующими свойствами. Из 3-5% растворов сополимеров получаются качественные прозрачные пленки, обладающие хорошей адгезией к «штатному» покрытию «нафион», как на воздухе, так и в водной среде. Наличие гидрофильных азольных фрагментов обеспечивает полимерам и совместимость с водой: сополимеры ограниченно набухают в воде. Полученные сополимеры были исследованы как модификаторы поверхности рабочего электрода из стеклоуглерода. Установлено, что двухслойные композиции «нафион» - сополимеры винилазолов с ФАМА существенно ослабляют (более чем на порядок) мешающее влияние допамина и других катионных частиц, не подавляя при этом ред-ок реакции NO, т.е. являются эффективными полимерными мембранами для создания максимально NO-селективного электрохимического датчика.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФТОРОПЛАСТА-4 В ТЕРМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЯХ

В.Е. Платонов

*Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова
СО РАН, Новосибирск*

Рассматриваются реакции пиролиза фторопласта-4 в различных условиях, приводящие к образованию перфторолефинов и перфторциклобутана [1,2], а также перфторалканов, перфторциклопентенов, перфторметилбензолов.

Сопиролизом фторопласта-4 с перфтораренами разработаны методы синтеза простейших гомологов перфтораренов – перфторметиларенов, содержащих от одной до трех трифторметильных групп (перфторированные метилбензолы, -дифенилы, -нафталины, -инданы, -пиридины).

Рассматриваются данные по сопиролизу хлорпентафторбензола с фторопластом-4, приводящему к образованию перфторметилбензолов, хлорперфторметилбензолов, перфториндана.

Обсуждаются схемы образования перфторциклопентенов, перфторметиларенов, хлорперфторметилбензолов, перфториндана с участием дифторкарбена.

Литература

1. Lewis E.E., Naylor M.A.//J. Am. Chem. Soc. - 1947. – Т. 69. – С. 1968-1970.
2. Фокин А.В., Косырев Ю.М.//Хим. промышленность. - 1960. - №3. – С. 10-16.

КОНСТРУКЦИИ ФТОРОПЛАСТОВЫХ РАДИАЛЬНЫХ УПЛОТНЕНИЙ

С.Н. Попов

Институт неметаллических материалов СО РАН, Якутск

Политетрафторэтилен и композиции на его основе являются одними из наиболее распространенных для изготовления радиальных уплотнений материалов. Физико-механические и триботехнические свойства, химическая стойкость и широкий диапазон температур применения позволяют конструировать из этого материала разнообразные типы уплотнений для эксплуатации в наиболее экстремальных условиях.

Следует отметить, что сравнительно низкие упруго-эластические и вязкоупругие свойства фторопластов обуславливают обязательное применение упругих эластомерных или металлических пружин для постоянного поджатия уплотнительных элементов к герметизируемым поверхностям. Наиболее распространенными в машиностроении конструкциями радиальных уплотнений являются уплотнения V-образного типа и уплотнительные кольца различного профиля. В качестве упругих элементов используются резиновые кольца, стальные разрезные цанги, браслетные пружины и т.п. Известны конструкции уплотнений, в которых резиновая пружина одновременно выполняет функции герметизатора по неподвижному контакту, а также конструкции комбинированных уплотнений, содержащих эластомерный и фторопластовый уплотнительные элементы, обеспечивающие тандемную герметизацию подвижных соединений.

Как правило, фторопластовые уплотнения предназначены для эксплуатации в диапазоне температур от криогенных до 250 °С, при давлениях до 25-30 МПа (кратковременно до 80 МПа) и скоростях скольжения до 10 м/с. Допустимые пределы работоспособности и долговечности фторопластовых уплотнений зависят не только от свойств материала, но и от конструктивного оформления.

В докладе описываются технические характеристики различных конструкций уплотнений, выпускаемых отечественной и зарубежной промышленностью, анализируются достоинства и недостатки известных технических решений.

Кроме того, в докладе приводится подробная информация о разработанных в ИНМ СО РАН фторопластовых уплотнениях, результатах их испытаний и возможных областях применения.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФТОРПОЛИМЕРОВ В ПРОЦЕССАХ ПОЛУЧЕНИЯ ХЛОРА И ЩЕЛОЧЕЙ

О.П. Ромашин, А.Ф. Мазанко

ФГУП НИИ «Синтез» с КБ, Москва

Попытки использования катионнообменных мембран в хлорном электролизе не увенчались успехом до появления в 70-х годах перфторированных катионнообменных мембран. Ионообменной основой для перфторированной углеродной цепи являлись группы, содержащие SO_3^- , COO^- или их комбинации.

Первым разработчиком ионообменных мембран данного типа была фирма Дюпон - мембраны марки Нафион. Аналогичные мембраны и полупродукты для их производства были созданы и в СССР:

1. Мономер для сульфо- и карбоксильного полимера – Бориславский филиал ГОСНИИХЛОПРОЕКТа.
2. Ткань для армирования мембран (на основе Ф-4) – Ленинградский филиал ВНИИВПРОЕКТа.
3. Полимер и получение мембран – ОНПО «Пластполимер» (Ленинград).

В 1987 году было закуплено оборудование у японской фирмы Асахи Гласс для реализации отечественной технологии производства перфторированных катионнообменных мембран, но в силу известных причин, производство не было создано.

В настоящее время из 50 млн. тонн соды каустической в мире 38% производится мембранным методом. Рост производства мембранным методом обусловлен сокращением энергозатрат и прекращением использования ртути с получением соды каустической и хлора высокого качества, расширяющим сферы их применения без дополнительной переработки. В России не создано

ни одного производства хлора и соды каустической мембранным методом, однако уже в ближайшее время экономическая ситуация заставит предприятия его использовать.

Дальнейшее развитие метода связано с получением мембран, совмещенных с катодом, и использованием кислорода в качестве деполяризатора, что позволит снизить расход электроэнергии на процесс на уровне 30%.

Основные технологические показатели мембранного электролиза:

- концентрация соды каустической после электролиза – $32\% \pm 1\%$;
- концентрация соды каустической после доупарки – $50\% \pm 1\%$;
- содержание хлорида натрия в концентрированной соде каустической – макс. 60 ppm по весу;
- содержание кислорода в осушенном хлоре до 0,5% объемных, что позволяет использовать хлор во многих процессах без снижения;
- водород после осушки – 99,9%;
- расход электроэнергии 2100-2200 квт/час на 1 т соды каустической в 100% исчислении;
- выход по току при пуске 96-97%.

Срок службы ионообменной мембраны (фирма Дюпон или Асахи Кемикл) – 4 года (возможно до 6-8 лет, но со снижением показателей – снижение выхода по току – 1% /год эксплуатации). Повторное использование ионообменных мембран в случае нарушения их герметичности не предусматривается.

Учитывая технологические преимущества мембранного способа производства соды каустической, несомненно, что его доля в общем производстве в ближайшие годы будет увеличиваться быстрыми темпами.

ФУНКЦИОНАЛИЗАЦИЯ СВЕРХРАЗВЕТВЛЕННОГО ПЕРФТОРИРОВАННОГО ПОЛИФЕНИЛЕНГЕРМАНА

С.Д. Зайцев¹, Ю.Д. Семчиков¹, М.Н. Бочкарев², Е.Н. Ханов²,
О.Г. Захарова¹

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

²Институт металлоорганической химии им. Г.А. Разуваева РАН,
Нижний Новгород

Дендримеры и сверхразветвленные полимеры, первые представители которых были синтезированы немногим более десяти лет назад, сегодня оказались наиболее интенсивно развивающейся областью химии полимеров. С целью расширения комплекса практически полезных свойств и поиска новых областей использования синтезировано большое число модифицированных дендримеров и сверхразветвленных полимеров. Развитие этого направления привело к появлению макромолекулярных структур новой, необычной архитектуры, полимеров с необычными свойствами.

Ранее [1-2] нами получен сверхразветвленный перфторированный полифениленгерман (ПФГ), элементный состав которого отвечает формуле $[(C_6F_5)_2Ge(C_6F_4)]_n$, из мономера Флори типа АВ₃, *трис*-(пентафторфенил)германа в одну стадию. В данной работе предпринята попытка функционализации сверхразветвленного ПФГ группами, которые можно далее трансформировать в каталитические центры ионной или радикальной полимеризации. Реакции нуклеофильного замещения *пара*-атомов фтора терминальных C₆F₅-колец на функциональные

группы обрабатывались на модельном соединении *тетраakis*-(пентафторфенил)германе $\text{Ge}(\text{C}_6\text{F}_5)_4$, имеющим аналогичную природу связей с ПФГ. При взаимодействии *n*-бутиллития с сверхразветвленным ПФГ в соотношении C_6F_5 -групп/ BuLi 2:1 синтезирован полимер, содержащий терминальные бутильные группы, $[(p\text{-BuC}_6\text{F}_4)(\text{C}_6\text{F}_5)\text{Ge}(\text{C}_6\text{F}_4)]_n$. Нагреванием ПФГ с Et_2NH в ТГФ при 80°C или с $(\text{HOCH}_2\text{CH}_2)_2\text{NH}$ при 150°C без растворителя получены дендримеры с аминзамещенными периферийными тетрафторбензолными кольцами, $[(p\text{-Et}_2\text{NC}_6\text{F}_4)(\text{C}_6\text{F}_5)\text{Ge}(\text{C}_6\text{F}_4)]_n$ и $\{[p\text{-(HOCH}_2\text{CH}_2)_2\text{NC}_6\text{F}_4](\text{C}_6\text{F}_5)\text{Ge}(\text{C}_6\text{F}_4)\}_n$, соответственно. В результате функционализации ПФГ алкильными, алкиламинными, этаноламинными группами растворимость ПФГ в алканах и спиртах резко возрастает. В частности, ПФГ, содержащий диэтанолламинные терминальные группы, неограниченно растворим в метаноле, тогда как исходный ПФГ в этом спирте практически нерастворим. Образование модифицированного ПФГ доказано методами ИК спектроскопии, ЯМР ^1H , ^{13}C , ^{19}F .

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (код проекта 01-03-32934), Научной программы "Университеты России" (проект УР.05.01.033) и гранта Конкурсного Центра фундаментального естествознания при СПбГУ (грант Е02-5.0-208).

Литература

1. Бочкарев М.Н., Семчиков Ю.Д., Силкин В.Б., Шерстяных В.И., Майорова Л.П., Разуваев Г.А.//ВМС, сер. Б. - 1989. - Т. 31. - № 9. - С. 643.
2. Кирьянов К.В., Семчиков Ю.Д., Бочкарев М.Н., Зайцев С.Д.//ВМС, сер. А. - 2003. - Т. 45. - № 5. - С. 715.

СИНТЕЗ, СТРОЕНИЕ И СВОЙСТВА ЛИОФИЛЬНОГО УЛЬТРАДИСПЕРСНОГО ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА

В.И. Салдин¹, А.К. Цветников¹, В.М. Бузник², Л.Н. Игнатьева¹,
В.Г. Курявый¹, А.А. Карпенко³

¹*Институт химии Дальневосточного отделения РАН, Владивосток*

²*Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, Новосибирск*

³*Институт биологии моря Дальневосточного отделения РАН,
Владивосток*

Представляет большой теоретический и практический интерес модификация политетрафторэтилена (ПТФЭ) с целью придания ему поверхностно-активных свойств. Известным способом модификации ПТФЭ является проведение полимеризации тетрафторэтилена в присутствии различных добавок. Другим принципиально отличным способом модифицирования ПТФЭ является проведение разложения высокомолекулярного фторопласта-4 (Ф-4) в среде различных газов в условиях термогазодинамического (ТГД) метода синтеза ультрадисперсного ПТФЭ [1].

Проведено исследование условий получения лиофильного ультрадисперсного политетрафторэтилена (ЛУПТФЭ) термодеструкцией блочного ПТФЭ (крошка первичного Ф-4). Сконструирован и изготовлен пирексовый реактор, в котором предусмотрено пропускание воздуха в зону расплава Ф-4. Установка включает в себя также блок осушки газа и контроля его подачи, воздушного и жидкостного конденсаторов летучих продуктов разложения.

Полученный по разработанному нами способу ЛУПТФЭ по своим рентгено-дифракционным и термическим характеристикам полностью соответствует УПТФЭ, синтезированному на опытно-

промышленной установке Института химии ДВО РАН (ФОРУМ). Однако, в ИК-спектрах ЛУПТФЭ к полосам, наблюдаемым в ФОРУМ, добавляется малоинтенсивная полоса в области 1888 см^{-1} , которая, скорее всего, относится к карбонильной группе. По данным химического анализа в ЛУПТФЭ присутствует до 1,8 масс.% кислорода. Интересные результаты получены в ходе оптических исследований водных и спиртовых дисперсий (измерение размеров, поведение частиц ПТФЭ в среде), а также их кристаллографических исследований с использованием техники высокоразрешающей видеомикроскопии VE-DIC (video enhanced differential interference contrast). Ультрадисперсность частичек ($1 \pm 0,5 \text{ мк}$) подтверждается их Броуновским движением. Особенностью синтезированного ЛУПТФЭ является потеря им лиофильности при высыхании его дисперсий. Высказывается предположение о механизме процесса. Это имеет большое прикладное значение при использовании таких дисперсий в качестве компонентов лакокрасочных материалов, пропиток, наполнителей в композитах и т. п.

В работе дается критическое сопоставление полученных результатов с ранее проведенными исследованиями по термическому разложению ПТФЭ в присутствии кислородсодержащих добавок. На основе полученных знаний прогнозируется поведение ПТФЭ при нагревании в различных газовых средах (O-, H-, Cl-, Br-содержащие газы и др.).

Работа выполнена при поддержке Интеграционного проекта Президиума РАН, Программа 8.17 и Междисциплинарного интеграционного проекта СО РАН-ДВО РАН № 159.

Литература

1. Цветников А. К., Бузник В. М., Матвеев Л. А. Пат. РФ N 2100376. Б. И. 27. 12. 97. N 36.

ВЛИЯНИЕ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА НА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТВЕРДЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

Н.Ф. Уваров¹, В.М. Бузник²

¹*Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН,
Новосибирск*

²*Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, Новосибирск*

Исследованы ионная проводимость и диэлектрические свойства различных композитов типа ионный проводник - политетрафторэтилен (ПТФЭ) во всем диапазоне концентраций. В качестве ионных проводников были взяты иодид серебра и фторид свинца; ПТФЭ (марка "ФОРУМ") был изготовлен в Институте химии ДВО РАН, Владивосток. Проведено сравнение композитов с различными типами политетрафторэтилена. Обнаружено, что при малом содержании ПТФЭ (5-10 объемных процентов) на концентрационной зависимости ионной проводимости может наблюдаться максимум, связанный со стабилизацией межзеренных и междоменных границ в объеме твердого электролита включениями полимерной диэлектрической фазы. Эти составы характеризуются наиболее хорошей механической прочностью, относительно высокой ионной проводимостью и могут быть использованы в различных электрохимических устройствах. При увеличении концентрации ПТФЭ наблюдается ярко выраженный перколяционный переход типа "проводник-изолятор". Повышенное значение порога перколяции, (приблизительно 30 вместо 15 объемных %) объясняется высокой способностью полимера к

“размазыванию” по поверхности ионных кристаллов. Переход от проводящего в диэлектрическое состояние сопровождается появлением пиков на диэлектрических спектрах образцов, вызванных недебаевской релаксацией Максвелл-Вагнера. Проводимость на постоянном токе и диэлектрические свойства на переменном токе в широком диапазоне частот хорошо описываются модифицированным уравнением смешения, применимым для широкого ряда смесей проводник-изолятор и учитывающим особенности морфологии композита.

УЛУЧШЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ СВОЙСТВ
ПОЛИМЕРНЫХ ИЗДЕЛИЙ ПРЯМЫМ ФТОРИРОВАНИЕМ И
ПРЯМЫМ ФТОРИРОВАНИЕМ В СОЧЕТАНИИ С
ПРИВИВКОЙ

А.П. Харитонов¹, Л.Н. Харитонова¹, Ю.Л. Москвин¹,
В.В. Тепляков², Д.А. Сырцова², Г.Н. Коорс³, А.Ж.В. Кемперман³,
R.P. Singh⁴

¹*Филиал Института энергетических проблем химической физики
РАН, Черноголовка*

²*Институт нефтехимического синтеза им. Топчиева РАН, Москва*

³*University of Twente, Enschede, The Netherlands*

⁴*Indian Institute of Technology, Kharagpur, India*

Прямое фторирование - промышленно используемый метод улучшения поверхностных свойств полимерных изделий. Разделительные свойства полимерных мембран, барьерные свойства, адгезия, смачиваемость, коэффициент трения, прозрачность могут быть существенно улучшены при прямом фторировании [1]. В работе были изучены полиимид Matrimid[®] 5218 (ПИ) (Ciba Geigy), поливинилтриметилсилан) (ПВТМС) (Кусковский завод, Россия) и двусосно ориентированный полипропилен (ПП) (Cosmo Films Limited, India).

Образующийся на поверхности полимера фторированный слой толщиной δ_f отделен от слоя немодифицированного полимера узкой переходной зоной, где протекают основные химические превращения. Скорость формирования фторированного слоя лимитируется проникновением фтора через фторированный слой к

слою исходного полимера. В случае ПВТМС, ПИ и ПП $\delta_F = A \cdot p_F^n \cdot t^{0.5}$, где p_F - парциальное давление фтора и t - время фторирования, а коэффициенты A и n зависят от природы полимера и состава фторирующей смеси. Показано, что кислород ингибирует процесс фторирования. Внутри фторированного слоя атомы водорода замещены на фтор, двойные связи насыщены фтором. При фторировании большинство связей C-Si в ПВТМС разрываются и по крайней мере одна C-N связь с ПИ разрывается с последующим присоединением атома фтора. При фторировании существенно возрастает поверхностная энергия, а средняя плотность полимеров возрастает в 1.5-2 раза. Во фторированном слое генерируются долгоживущие радикалы (время жизни - часы). Исследован процесс прививки акрилонитрила ко фторированным полимерам. Фторирование приводит к значительному (в десятки раз) увеличению селективности газоразделения смесей CH_4/He , CH_4/H_2 и т.д. полимерными мембранами без существенного падения производительности по He и H_2 . Прямое фторирование ПП привело к заметному уменьшению как статического, так и кинетического коэффициента трения.

Исследования были частично поддержаны грантами INTAS №96-1277 и NWO (№047.007.006) и Долгосрочной программой сотрудничества между Правительством Российской Федерации и Правительством Республики Индия (проект A2(a).12).

Литература

1. Kharitonov A.P. // J. Fluorine Chem. - 2000. - V. 103. - P. 123.

**ФОРУМ®. СИНТЕЗ, МОДИФИКАЦИЯ, ПРОИЗВОДСТВО,
РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ, ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ****А.К. Цветников¹, В.М. Бузник²**¹*Институт химии Дальневосточного отделения РАН, Владивосток*²*Институт катализа им Г.К. Борескова СО РАН, Новосибирск*

ФОРУМ® создан и производится в Институте химии ДВО РАН с 1994 года на основе оригинальной термогазодинамической (ТГД) технологии [1,2] Области практического применения ФОРУМа® обширны: протекторные покрытия на металлических изделиях, антипригарные и антифрикционные покрытия, нейтральные наполнители для парфюмерных и медицинских препаратов, сухие смазки и компоненты противопожарных средств, добавки к маслам для снижения износа, энергопотерь, виброактивности механизмов и т.д. Перспективным является так же применение модифицированного ФОРУМа® в качестве энергоемкого катодного материала для литиевых химических источников тока с энергоемкостью 3,5 Квт/кг в пересчете на массу катода [3].

ФОРУМ® – это низкомолекулярный тонкодисперсный фторполимер, состоящий из смеси двух олигомеров: $CF_3-(CF_2)_n-CF_3$ и $CF_3-(CF_2)_n=CF_2$ с размером частиц менее 1 мкм. ТГД-метод позволяет синтезировать в процессе термодеструкции политетрафторэтилена модифицированный водородом или кислородом ФОРУМ®, обладающий повышенной адгезией к металлам и сравнительно высокой лиофильностью [4].

Масляная суспензия порошка – присадка к маслам Форум® прошла весь комплекс испытаний и допущена Государственной межведомственной комиссией к применению в автотранспорте России. Испытания проводились в ряде научных и промышленных

организаций России и за рубежом (25-й ГосНИИ МО РФ (Москва), Гос. предприятие АЗЛК (Москва), ВНИПТИ "АЭК "Динамо" (Москва), Аэрокосмический Университет (Самара), ВНИИТрансмаш (С.-Петербург), Политехнический Университет (Харбин, КНР), компания JSN и испытательный центр Nissan (Япония), Du Pont и Shamrock (США) и т. д. Испытания подтвердили, что присадка Форум® содержит частицы ПТФЭ с заявленным размером, существенно снижает износ двигателя, в 2 раза уменьшает угар и сохраняет качество масла, экономит 5-10% топлива и повышает мощность двигателя на 3-6%.

В настоящее время выпускаются и успешно реализуются в России, Японии, Корее и Китае 10 разновидностей добавки ФОРУМ®: для двигателей, для трансмиссий (в том числе АКПП), для приводов, для подшипников, для двухтактных двигателей и для двигателей с объемом цилиндров более 2 500 см³. Последняя разработка - ФОРУМ®-В (для двигателей, для трансмиссий, для подшипников) создан по заказу МО РФ для новой техники.

Работа выполнена при поддержке Интеграционного проекта Президиума РАН, Программа 8.17 и Междисциплинарного интеграционного проекта СО РАН-ДВО РАН № 159.

Литература

1. Способ переработки политетрафторэтилена: П. 1775419 РФ, МКИ⁵ С08J 11/04/ Цветников А.К., Уминский А.А. (РФ). - 4 С.: ил.
2. Установка для переработки политетрафторэтилена: П., 2035308 РФ, МКИ⁵ В29В 17/00/ Цветников А.К. (РФ). - 4 С.: ил.
3. Способ получения полифторуглерода: П. 1808194 СССР, МКИ⁵ С08F 8/50, С08J 11/18/ Цветников А.К., Уминский А.А. (РФ). - 5 С.: ил.
4. Способ получения тонкодисперсного ПТФЭ и содержащая его масляная композиция: П. 2100376 РФ, МКИ⁶ С08F 114/26, С08J 11/04, 11/10/ Цветников А.К., Бузник В.М., Матвеев Л.А. (РФ). - 5 С.: ил.

КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА (ПТФЭ) И ПОРОШКОВ ПРИРОДНЫХ АЛМАЗОВ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ПРОЦЕССАХ АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ

Е.Ю. Шиц, А.А. Охлопкова, О.А. Адрианова

Институт неметаллических материалов СО РАН, Якутск

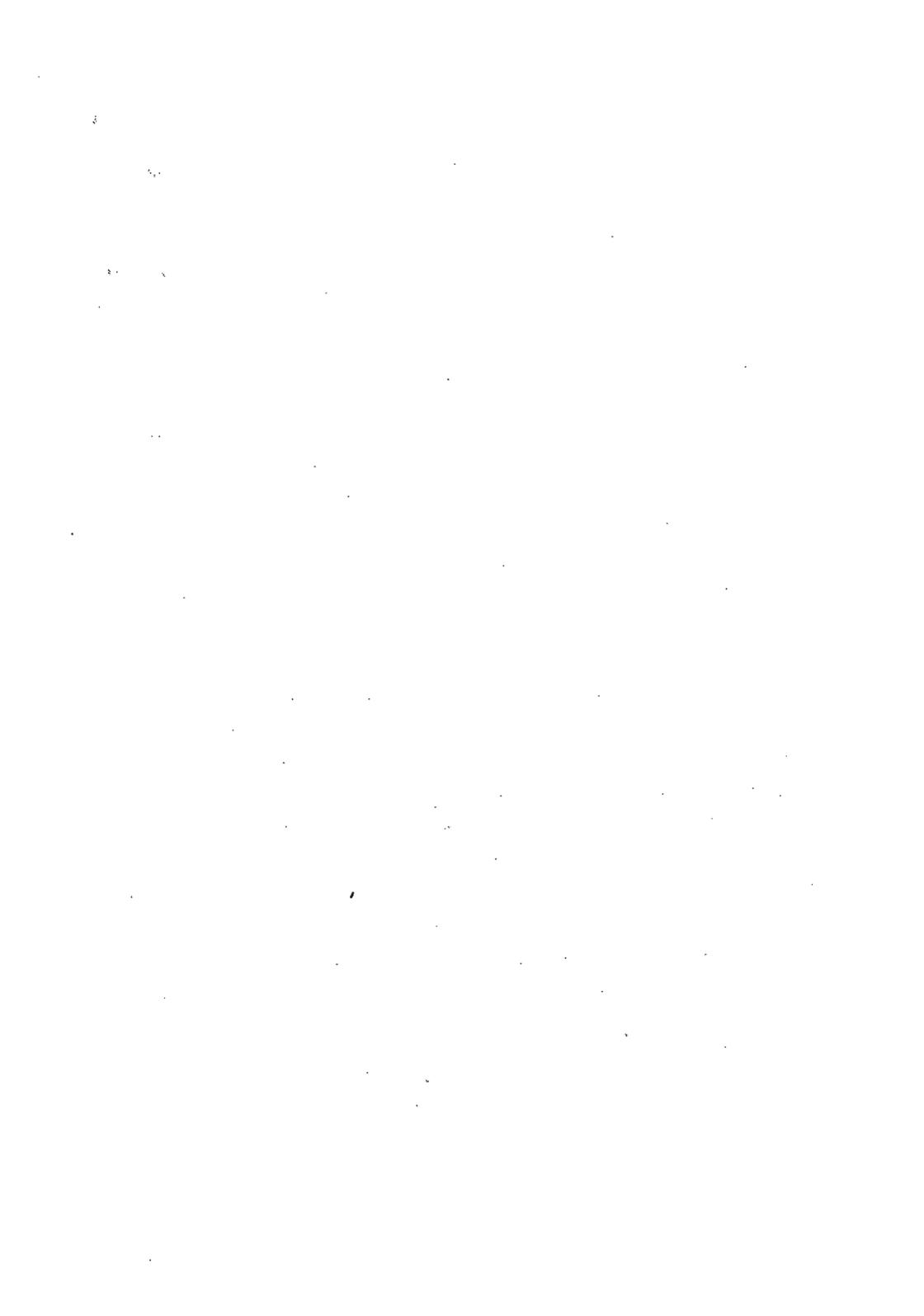
Использование абразивных материалов на полимерной основе на стадиях шлифования и полирования деталей изделий из твердых материалов позволяет значительно повысить качество обрабатываемых поверхностей и интенсифицировать процесс обработки. В известных рецептурах алмазосодержащих абразивных материалов на органической основе в качестве основы используются, в основном, термореактивные полимеры, полиэфирные, эпоксидные, бакелитовые смолы и резиноподобные связующие [1]. В то же время, в абразивных инструментах в качестве связующего практически не применяется такой перспективный полимер, как политетрафторэтилен. Это связано, прежде всего, с отсутствием целенаправленного и систематизированного исследования композиционных материалов обрабатывающего назначения на основе ПТФЭ.

В работе представлены результаты исследований физико-механических, теплофизических, триботехнических и эксплуатационных характеристик, а также структуры композиционных материалов на основе ПТФЭ, содержащих порошки природных алмазов (ППА) различных зернистостей и ультрадисперсные модификаторы различной природы. На основании результатов исследований впервые определены физические, теплофизические и триботехнические свойства композиционных материалов на основе ПТФЭ в зависимости от дисперсности и концентрации ППА. Установлено, что значения

концентрации 40 мас.% или 100% (4,4 карата в 1 см³ материала) и зернистости ППА –80/63 мкм в ПТФЭ позволяют получить композиционный материал с улучшенным комплексом свойств. Показано, что особенности износа КАМ (композиционных полимерных материалов) на основе ПТФЭ, значения эксплуатационных параметров (производительность обработки, удельный расход алмазов, шероховатость обработанной поверхности) алмазного абразивного инструмента обусловлены определенным сочетанием связующего и ППА различных зернистостей. За счет оптимального размера для рассматриваемой полимерной матрицы – ПТФЭ, ППА зернистостью 80/63 мкм, прочнее удерживаются связующим, по сравнению с алмазными кругами, содержащими ППА 125/100 мкм и - 40 мкм, и обеспечивают тем самым стабильную высокопроизводительную работу алмазного абразивного инструмента в режиме самозатачивания при наиболее качественной обработке поверхностей. Установлено, что разработанный инструмент на основе ПТФЭ по сравнению с традиционным инструментом на основе термостойкого полимера обладает повышенной в 1,5–2 раза износостойкостью. Отмечается двукратное снижение коэффициента трения – 0,4–0,7 для инструмента на основе ПТФЭ против 0,83–1,42 для инструмента на основе полиамидного связующего. Антифрикционность связки, на основе которой изготовлен инструмент, способствует эффективной и стабильной работе инструмента в режиме самозатачивания и возможности получения более качественно обработанных поверхностей.

Литература

1. Лупинович Л.М., Мамин Х.Л. Опыт применения полимерных материалов в абразивной промышленности. – Москва. - Наука. - 1993. - С. 4-16.



СООБЩЕНИЯ

СО-2 - СО-27

СЕКЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

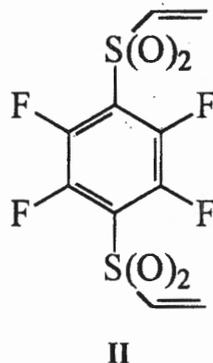
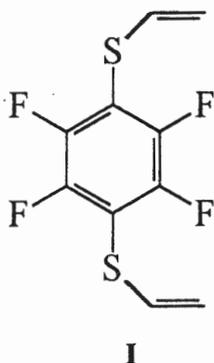
СО-1М – СО-4М

ПОЛИМЕРИЗАЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ ДИВИНИЛТИОПРОИЗВОДНЫХ ТЕТРАФТОРБЕНЗОЛОВ

Е.И. Бирюкова, С.В. Амосова, Г.М. Гаврилова, С.А. Живетьева

Иркутский институт химии им. А.Е. Фаворского СО РАН, Иркутск

Проведена сравнительная и количественная оценка активности 3,6-бис(винилтио)-1,2,4,5-тетрафторбензола (I) и 3,6-бис(винилсульфонил)-1,2,4,5-тетрафторбензола (II) при взаимодействии со стиролом (СТ), который традиционно используется в сополимеризации, как стандартный мономер. Соединения I и II синтезированы по методикам [1, 2]



Сополимеризация проведена в условиях радикального инициирования (ДАК, 60 °С) при различных исходных соотношениях мономеров до конверсии, не превышающей 5%. Рассчитаны составы сополимеров, константы сополимеризации (r_1 , r_2), факторы полярности (e) и сопряжения (Q). Сравнительная оценка активности соединений I и II проведена в ряду

СО-2

(ди)винилсульфидов и (ди)винилсульфонов. Показано, что введение атомов фтора в бензольное кольцо усиливает эффекты сопряжения винильной группы (Q_1) с заместителями. Винильную группу соединения II можно характеризовать как «сопряженную», в отличие от таковой в винилсульфонах, и говорить об особом характере сопряжения с участием атомов фтора. По сравнению со сравнимым рядом винилсульфидов и винилсульфонов происходит уменьшение положительного (II) и отрицательного (I) факторов полярности и наблюдается увеличение реакционной способности ($1/r_2$) мономеров I и II по отношению к радикалу стирола.

Литература

1. Амосова С.В., Гаврилова Г.М., Гостевская В.И.//ЖОХ - 1992. - Т. 28. - №. 7. - С. 1463-1466.
2. Амосова С.В., Гаврилова Г.М., Гостевская В.И.//Изв. РАН, сер. хим. - 1996. - №2. - С. 430-433.

**СТРОЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО
ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА
ПО ДАННЫМ DFT РАСЧЕТОВ И СПЕКТРОСКОПИИ ЯМР**

В.М. Бузник¹, С.П. Габуда², Л.Н. Игнатьева³, С.Г. Козлова²

¹*Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, Новосибирск*

²*Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН,
Новосибирск*

³*Институт химии Дальневосточного отделения РАН, Владивосток*

Модифицированный термогазодинамическим методом политетрафторэтилен (ПТФЭ) представляет собой высокодисперсный материал с размерами частиц меньше микрона и обладает повышенными адгезионными качествами к металлическим поверхностям при сохранении химических и триботехнических свойств полимера. Как показали спектроскопические исследования, ультрадисперсный ПТФЭ характеризуется рядом особенностей микроскопического строения, что отличает данный высокодисперсный материал от исходного блочного ПТФЭ, из которого изготавливается порошок [1]. В частности, в спектрах ЯМР ¹⁹F порошка появляются дополнительные линии, которые предположительно связываются с образованием (в процессе технологической переработки) молекулярных групп, не свойственных для исходного ПТФЭ.

Для выяснения природы наблюдаемых микроскопических изменений структуры ПТФЭ в данной работе проведены DFT расчеты молекулярной структуры модельных модифицированных олигомерных цепочек ПТФЭ и тензоров магнитного экранирования

СО-3

ядер ^{19}F , ^1H , ^{13}C . В качестве модельных систем для расчета были взяты молекулы C_7F_{16} , $\text{C}_7\text{F}_{14}\text{O}$, характеризующиеся различным расположением атомов кислорода в цепочках, $\text{C}_7\text{F}_{10}\text{H}_6$ и др.

Из сопоставлений экспериментальных ЯМР данных и расчетов следует, что проведенные DFT-расчеты находятся в хорошем согласии с моделью, согласно которой процесс диспергирования ПТФЭ сопровождается образованием трифторметильных

CF_3 -групп. Формирование подобных группировок сопровождается появлением слабых сигналов ЯМР ^{19}F и заметным модифицированием свойств диспергированного ПТФЭ.

Работа выполнена при поддержке Интеграционного проекта РАН ОХНМ Программа 4.1-15 и Междисциплинарного интеграционного проекта СО РАН N 159.

Литература

1. Бузник В.М., Цветников А.К., Матвиенко Л.А.//Химия в интересах устойчивого развития. - 1996. - Т. 4. - С. 489-496.

1.

ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛОВЫХ СВОЙСТВ И ТЕРМОРАЗЛОЖЕНИЯ УЛЬТРАДИСПЕРСНОГО ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА

В.М. Бузник¹, А.В. Карташев², Т.С. Кухлевская³,
П.П. Семянников⁴, А.К. Цветников³

¹Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, Новосибирск

²Институт физики им. Л.В. Киренского СО РАН, Красноярск

³Институт химии Дальневосточного отделения РАН, Владивосток

⁴Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН,
Новосибирск

Изучение тепловых характеристик (теплоемкости) и термического разложения ультрадисперсного политетрафторэтилена (УПТФЭ), полученного термогазодинамическим методом, обнаружило его существенное отличие от промышленного политетрафторэтилена.

Исследования теплоемкости УПТФЭ методом дифференциальной сканирующей калориметрии обнаружили проявление особенностей в форме широкого пика в температурной области 238-268 К и аналогичного пика в области 523-563 К. Выше 563 К обнаруживается интенсивное разложение полимера. Первая аномалия связывается с трансформацией в аморфной составляющей полимера, наряду с предполагаемыми изменениями в кристаллической фазе, тогда как вторая особенность связывается с плавлением полимера. Теплоемкость промышленного ПТФЭ имеет более сложный характер: наблюдаются четыре диффузные аномалии, наряду с резкими пиками при 292 и 303 К, которые

СО-4

связаны со структурными фазовыми переходами кристаллической компоненты полимера.

Еще более сильное различие между ультрадисперсным и обычным ПТФЭ проявляется в термическом разложении. Промышленные образцы испытывают термодеструкцию в довольно узком температурном интервале, 758-858 К, с проявлением двух этапов в случае разложения на воздухе, тогда как область разложения УПТФЭ существенно шире, 343-823 К, при этом явно выражены два этапа: до 563°К и выше, независимо от среды, в которой происходит термодеструкция. Различие, по-видимому, обусловлено особенностями морфологического строения ультрадисперсного образца.

Масс-спектрометрический состав продуктов разложения обычного ПТФЭ при 785 К более чем на 95% определяется мономером C_2F_4 . В случае ультрадисперсного образца, подвергнутого разложению при 413 К, состав более разнообразен – наблюдается более сорока молекулярных элементов, основные из которых (по мере убывания доли): C_3F_5 (21%), CF_3 (20%), C_3F_7 (9%), C_2F_5 (7%), C_4F_7 (8%), C_2F_4 (6%), C_4F_9 (6%). Инертный мономер C_2F_4 в этом случае составляет незначительную долю. Причина столь резкого различия пока не очевидна, и требуются дополнительные исследования.

Работа выполнена при поддержке Интеграционного проекта Президиума РАН, Программа 8.17 и Междисциплинарного интеграционного проекта СО РАН-ДВО РАН № 159.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРОЕНИЯ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА МЕТОДОМ ПОРОШКОВОЙ РЕНТГЕНОВСКОЙ ДИФФРАКТОМЕТРИИ

В.М. Бузник¹, С.Д. Кирик², Л.М. Плясова¹, Л.А. Соловьев²,
А.К. Цветников³

¹Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, Новосибирск

²Институт химии и химической технологии СО РАН, Красноярск

³Институт химии Дальневосточного отделения РАН, Владивосток

Как всякий полимер, блочный политетрафторэтилен (ПТФЭ) сосуществует в кристаллической и аморфной фазах. Специфика кристаллической фазы ПТФЭ состоит в полиморфности – наличии трех структурных фаз при нормальном внешнем давлении: триклинная-геликондальная ниже 292 К (фаза II); гексагональная-геликондальная в области 292-303 К (фаза IV); псевдогексагональная-неупорядоченная выше 303 К (фаза I). Вторая и четвертая фазы отличаются периодом спирали макромолекулы политетрафторэтилена: 13₆ и 15₇, соответственно. Фаза IV имеет ориентационное разупорядочение CF₂-групп вокруг оси макромолекул. Диффрактограммы ПТФЭ, наряду с кристаллическими пиками, имеют диффузные пики, которые могут иметь как аморфную, так и иную природу [1].

Исследования ультрадисперсного ПТФЭ торговой марки ФОРУМ® показали, что при комнатной температуре (295 К) диффрактограмма порошка имеет вид, соответствующий разупорядоченной псевдогексагональной фазе, наблюдаемой в обычном ПТФЭ выше 303 К. Следовательно, ФОРУМ® имеет диаграмму состояния, отличную от производимых промышленностью продуктов. Диффрактограмма ФОРУМ®, снятая

СО-5

при 233 К, имеет существенное отличие от снятой при комнатной температуре – появляются дополнительные кристаллические и диффузные пики, несвойственные для кристаллических низкотемпературных фаз обычного ПТФЭ. При последующем нагревании до комнатной температуры диффрактограмма приобретает прежний вид, что говорит об обратимости термических процессов. Наблюдается различие между рентгеновскими диффрактограммами порошков, полученных разложением ФОРУМ® при разных температурных режимах. В частности, в образцах, полученных конденсацией продуктов разложения при 333 К, наряду со значительным гало, соответствующем аморфной составляющей, появляются кристаллические пики, отображающие наличие упорядоченных нанообразований размером в ~2 нм. Сопоставление диффрактограмм ультрадисперсного ПТФЭ с образцами промышленного фторопласта-4, включая аморфизированный обработкой на вихревых мельницах, показали, что ФОРУМ® имеет более высокую степень кристалличности, чем обычный ПТФЭ.

Работа выполнена при поддержке Интеграционного проекта Президиума РАН, Программа 8.17 и Междисциплинарного интеграционного проекта СО РАН-ДВО РАН № 159.

Литература

1. Поликарпов В.М., Королев Ю.М., Антинин Е.М.//ВМС, Сер. А. – 2002. - Т. 44. - № 12. - С. 2111-2116.

ЯМР-РЕЛАКСАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
МОЛЕКУЛЯРНОГО ДВИЖЕНИЯ В
ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНЕ

В.М. Бузник¹, Ю.Г. Кригер², М.А. Ольшевски³, А.Р. Семенов²,
Н.А. Сергеев³

¹*Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, Новосибирск*

²*Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН,
Новосибирск*

³*Institute of Physics, University of Szczecin, Szczecin, Poland*

Динамика внутреннего движения макромолекул или их фрагментов определяет ряд физико-химических свойств полимеров, а потому важно иметь информацию о характере движения. В наборе методов, используемых для изучения молекулярного движения, особое место, применительно к фторсодержащим веществам, занимают ЯМР-релаксационные измерения. В данной работе изучена температурная зависимость времен спин-решеточной релаксации (T_1) ядерной намагниченности в политетрафторэтилене в температурном интервале 113-473 К на ЯМР-частотах 26 и 38 МГц.

Установлено резкое различие поведения T_1 в образцах фторопласт-4 и ультрадисперсного политетрафторэтилена марки ФОРУМ®. Для первого характерно наличие двух релаксационных времен (медленного и быстрого), по-видимому, связанных с аморфной и кристаллической фазами полимера. В то же время, в УПТФЭ наблюдается одно время релаксации, иными словами ультрадисперсный образец, несмотря на более неоднородную

морфологическую структуру, в динамическом плане более однороден. Возможно, это обусловлено более высокой долей кристаллической фазы в УПТФЭ.

График T_1 имеет нетрадиционную зависимость в УПТФЭ, которая может интерпретироваться наличием двух типов движения: реориентации CF_2 -фрагментов вокруг оси макромолекулы полимера ниже 300 К и диффузионном движении макромолекул выше этой температуры.

В рамках модели, предполагающей наличие двух независимых динамических процессов (реориентационное и диффузионное) с разными временами коррекции, получены теоретические выражения для T_1 и второго момента спектра ЯМР- M_2 . Расчетное поведение температурной зависимости времен спин-решеточной релаксации качественно согласуется с наблюдаемым на эксперименте. При этом предполагалось, что энергия активации обоих типов движения имеет нормальный закон распределения. Среднее значение энергии активации реориентационного движения $\langle E \rangle = 25,83$ кДж/моль, а дисперсия $\delta(E) = 3,75$ кДж/моль. Энергия активации диффузионного движения равна 62,50 кДж/моль.

Работа выполнена при поддержке Интеграционного проекта Президиума РАН, Программа 8.17 и Междисциплинарного интеграционного проекта СО РАН-ДВО РАН № 159.

**ТЕХНОЛОГИЯ ДЕТОНАЦИОННОГО НАПЫЛЕНИЯ
РАСШИРЯЕТ АССОРТИМЕНТ ПРОДУКЦИИ ИЗ
ФТОРОПЛАСТА**

Т.П. Гавриленко¹, В.М. Куркин², С.Г. Острер², В.Ю. Ульяницкий¹

*¹Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН,
Новосибирск*

²ОАО «Галоген», Пермь

Серьезным препятствием для более широкого применения антиадгезионных и химически стойких материалов на основе политетрафторэтилена (ПТФЭ) является необходимость модификации поверхности для получения надежного клеевого соединения с подложкой. Привлекательной альтернативой традиционным технологиям модификации поверхности фторопласта представляется напыление покрытий высокоскоростным потоком частиц материала, широко применяемое для нанесения металлов, керамики и других композитов. Компактность оборудования, формирование покрытий неограниченной толщины с высокой производительностью на изделиях практически любых форм и размеров - неоспоримые достоинства технологии напыления. Среди разнообразных методов напыления потоком частиц (плазменный газопламенный, электродуговая металлизация и др.), пожалуй, наиболее универсальным является детонационное покрытие. Обеспечивая самую высокую скорость напыляемых частиц, детонационное напыление позволяет минимизировать тепловое воздействие на обрабатываемую деталь, концентрируя тепловой импульс исключительно в зоне контакта. И, с другой стороны,

СО-7

существенный вклад кинетической составляющей обеспечивает детонационным покрытиям наивысшую адгезию среди родственных термических методов напыления. Нанесением 20-ти микронного монослоя алюминия на ПТФЭ удается добиться адгезионной прочности до 12 кг/см^2 . Исследования, проведенные с применением установки детонационного напыления "Обь", разработанной в Институте гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, показали, что подобной технологией можно получать материалы для антиадгезионной и химической защиты; электропроводящие покрытия, надежно и герметично соединять изделия из ПТФЭ, как между собой, так и с другими материалами (металлы, керамика и т.д.). Эффективность технологии подтверждена практическими испытаниями направляющих прецизионных станков, и внутренних оболочек труб из металлизированной фторлакоткани.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДИКИ СВЕРХКРИТИЧЕСКОГО
СО₂ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОПОКРЫТИЙ
ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНОМ И КАПСУЛИРОВАНИЯ
ПАРАФИНОВ

М.О. Галлямов¹, А.Р. Хохлов¹, В.М. Бузник², А.К. Цветников³

¹Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
Москва

²Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, Новосибирск

³Институт химии Дальневосточного отделения РАН, Владивосток

В последнее время активно развивается технология сверхкритической жидкости для получения тонких покрытий, пленок на поверхности твердых тел, капсулирования химических веществ в полимерные оболочки.

В работе обсуждаются результаты использования сверхкритического СО₂ для получения политетрафторэтиленового покрытия. Использовался ультрадисперсный ПТФЭ марки ФОРУМ[®], низкомолекулярные фракции которого, как показали исследования, растворяются в сверхкритическом СО₂. Промышленные марки политетрафторэтилена (тефлон, фторопласт-4 и др.) не подвергаются растворению. Было осуществлено нанесение покрытия политетрафторэтилена на поверхность слюды и проведено его исследование методом атомно-силовой микроскопии. Полученные покрытия имеют фрактальное строение и толщину 1,5-4,0 нм и обладают рекордно низкой шероховатостью для полимерных пленок. Помимо сплошных покрытий наблюдаются островные образования.

СО-8

Впервые с использованием обсуждаемой методики удалось провести капсулирование парафинов политетрафторэтиленовыми оболочками. Как показали микроскопические исследования, капсулы имеют преимущественно сферовидную форму с размерами $2 \cdot 10^5 - 3 \cdot 10^5$ нм. Политетрафторэтиленовое покрытие состоит из более мелких сферических частиц размером 500-2000 нм. Обсуждаются механизмы капсулирования и возможные области практического применения полученных материалов.

Работа выполнена при поддержке Интеграционного проекта Президиума РАН, Программа 8.17 и Междисциплинарного интеграционного проекта СО РАН-ДВО РАН № 159.

О ПОЛИМЕРИЗАЦИИ ПОЛИФТОРАРЕНОВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ТЛЕЮЩЕГО РАЗРЯДА

А.Б. Гильман¹, Р.Р. Шифрина¹, В.К. Потапов¹, К.В. Дворникова²,
В.Е. Платонов²

¹*Научно-исследовательский физико-химический институт
им. Л.Я. Карпова, Москва*

²*Институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова СО РАН,
Новосибирск*

Осуществлена полимеризация фторбензолов $C_6H_nF_{6-n}$ ($n=1-5$), перфторметилбензолов, полифторстиролов, перфторированных цикло- и бензоциклоалкенов в тлеющем разряде. Показано, что реакционная способность данных соединений зависит от числа и положения атомов фтора в кольце, а также от вида заместителя. Высокой реакционной способностью обладают соединения с фторированной винильной группой и ортозамещенные соединения (перфтор-о-ксилол, перфторбензоциклобутен).

Изучена структура полимеров с использованием методов ИК спектроскопии и элементного анализа. Определены скорости роста пленок на металлических подложках.

Высказаны соображения о механизме образования полимеров, включающие полимеризацию путем «раскрытия» двойной связи, конденсации фторароматических колец с помощью отрыва заместителя, разрыва колец с образованием алифатических участков полимерной цепи.

Введение атомов хлора в состав исходного соединения приводит к снижению скорости образования полимера.

СО-9

Процесс полимеризации сопровождается окислительными реакциями, в результате которых в полимере появляются группы, содержащие кислород. В этой связи изучена полимеризация кислородсодержащих производных C_6F_5OR ($R = CH_3, CF_2H, CF_3$), $C_6F_5C(O)CH_3$; определены скорости роста пленок и высказано соображение о путях превращений кислородсодержащих заместителей.

Проведена оценка гидрофобности и термостойкости ряда полимеров.

ФТОРЗАМЕЩЕННЫЕ ПОЛИФЕНИЛЕНСУЛЬФИДЫ

А.В. Горбань, Л.А. Татарова, В.Н. Салауров, А.К. Халиуллин

*Иркутский институт химии им. А.Е. Фаворского СО РАН,
Иркутск*

Исследованы процессы поликонденсации замещенных перфторбензолов с сульфидом натрия в среде 1-метил-2-пирролидона (МП). Установлено, что наличие в перфторбензоле электроноакцепторных заместителей ($-\text{CN}$, $-\text{COOH}$) увеличивает, а электронодонорных ($-\text{NH}_2$, $-\text{OH}$) снижает реакционную способность субстрата. Формирование трехмерной сетчатой структуры (образование гель-фракции) происходит при степенях замещения фтора, превышающих расчетную величину для точки гелеобразования (согласно Флори) вследствие внутримолекулярной циклизации, что приводит к образованию макромолекул циклоцепного (лестничного) строения.

Показано, что наличие твердой поверхности сульфида натрия не является условием, обеспечивающим возбуждение реакции. Определяющими факторами являются концентрация и электронодонорная способность нуклеофила. При концентрации сульфида натрия до 0.03 моль/л гексафторбензол (ГФБ) не вступает в реакцию (данные спектроскопии ЯМР ^{19}F) при 90 °С в растворе ацетонитрила несмотря на присутствие в системе твердой фазы нуклеофила. Однако при концентрации сульфида натрия 0.75 моль/л (при той же температуре) реакция в среде МП успешно реализуется в гомогенных условиях. Использование гомогенных синих растворов сульфида натрия в МП (0.03 моль/л), содержащих анион-радикалы (S_3^-), позволяет инициировать реакцию и при 20 °С.

Установлено, что введение в реакционную смесь сильных электроноакцепторов (тетрацианоэтилен, тетрацианохинодиметан) или тетраметилпиперидилоксила (ТЕМПО) резко снижает скорость

образования как анион-радикала ГФБ, так и полимера (вплоть до полного прекращения реакции). При полной блокировке поликонденсации введением ТЕМПО в реакционной смеси анион-радикалы ГФБ генерируются, а при введении тетрацианохинодиметана регистрируется только анион-радикал введенной добавки.

Предположение о протекании процесса поликонденсации по механизму цепного анион-радикального замещения (типа $S_{RN}1$) подтверждается высокой региоселективностью замещения второго атома фтора (в *n*-положение к введенному атому серы) и наличием разноразветвленности макромолекул полиперфторфениленсульфида (соединением перфторфениленовых колец не только связями С–S–С, но и С–С). Такая разноразветвленность макромолекул (образование полимера со средней степенью сульфидности меньше 1), наблюдающаяся при малом избытке нуклеофила и при высоких степенях конверсии субстрата, обусловлена рекомбинацией арильных радикалов. Региоселективность замещения второго атома фтора объясняется меньшей энергией связи С–F в *n*-положении анион-радикала продукта замещения первого атома фтора. Ионный механизм (типа S_NAr) при замещении первого атома фтора должен приводить к образованию аниона пентафтортиофенолята ($C_6F_5S^-$), в котором энергетически предпочтительнее замещение второго атома фтора в *m*-положение к введенному атому серы.

Методом дериватографии установлено, что присутствие дополнительных заместителей в макромолекулах фторсодержащих полифениленсульфидов снижает термостойкость полимеров. Однако даже в отсутствие других заместителей термостойкость полиперфторфениленсульфида уступает термостойкости полифениленсульфида, не содержащего никаких заместителей. Показано, что увеличение доли связей С–С в главной цепи макромолекул повышает, а присутствие связей S–S снижает термостойкость полиперфторфениленсульфида.

ВЫСОКОГИДРОФИЛЬНЫЕ СОПОЛИМЕРЫ С ФТОРАЛКИЛМЕТАКРИЛАТАМИ - ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОФТАЛЬМОЛОГИИ

Т.Г. Ермакова, Н.П. Кузнецова

Иркутский институт химии им. А.Е. Фаворского СО РАН, Иркутск

Настоящая работа посвящена синтезу и свойствам высокогидрофильных редкосшитых сополимеров, которые могут быть использованы в качестве исходного сырья для мягких контактных линз.

Исследована блочная радикальная сополимеризация на примере гидрофильно-гидрофобной системы 1-винил-1,2,4-триазола (ВТ)/1,1,3-тригидротетрафтор-пропилметакрилата (4-ФАМА) в присутствии ДАК и сшивающих агентов - дивинилбензола (ДВБ), N, N-метилден-бис-акриламида (МБА).

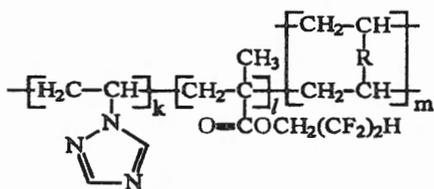
Наличие атома фтора в боковом радикале ФАМА способствует увеличению газовой проницаемости, эластичности, грязеотталкивания в сшитых гидрогелях. Сочетание таких свойств ФАМА с высокой гидрофильностью гетероциклического мономера ВТ является важной проблемой создания высокопроницаемых гидрогелей.

Изучено влияние состава исходной смеси, концентрации мономеров, температуры, продолжительности процесса, природы и количества сшивающего агента на структуру и свойства редкосшитых сополимеров.

При сополимеризации ВТ/4-ФАМА происходит формирование макромолекул, содержащих гидрофильно-

СО-11

гидрофобные фрагменты. Методом ИК-спектроскопии и по данным элементного анализа доказано, что полимерная цепь построена за счет раскрытия двойных связей ванильных групп сомономеров. Синтезированы новые редкосшитые сополимеры ВТ/4-ФАМА /ДВБ (МБА) общей формулы:



где $(k+l)m = (20-100): 1$; $R = -\text{CH}_2-$, $-[(\text{CONH})-\text{CH}-]$

Выявлены оптимальные характеристики для гидрогелей, близкие к требуемым материалам для мягких контактных линз: водопоглощение образцов (60-90 %), показатель преломления в сухом виде > 1.5670 , в набухшем состоянии — 1.4513 и плотность 1.651-1.710 г/см³ (20 °С). Полученные полимерные блоки механически прочны и пригодны для обработки алмазным резцом на токарном станке. В набухшем состоянии гели прозрачны, эластичны, выдерживают недельную обработку 0.1 N растворами NaOH и HCl без изменения водопоглощения и оптических параметров.

**Триботехнические свойства смазочного
материала, модифицированного
ультрадисперсными алмазами, содержащего
пролитетрафторэтилен**

**Иванов М.Г.¹, Харламов В.В.², Бузник В.М.³, Цветников А.К.⁴,
Иванов Д.М.¹**

¹*Уральский государственный технический университет,
Екатеринбург*

²*Институт машиноведения УрО РАН, Екатеринбург*

³*Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, Новосибирск*

⁴*Институт химии Дальневосточного отделения РАН, Владивосток*

Исследовано влияние добавок модифицированных ультрадисперсных алмазов (УДА) в смазочные композиции, содержащие политетрафторэтилен (ПТФЭ, торговая марка - ФОРУМ), на триботехнические свойства пар трения сталь-сталь. Испытания проводились по схемам вал (20ХНЗА, каленый) - втулка (20ХНЗА, сырая) и кольцо-кольцо (ШХ-15, каленые с плоскими трущимися поверхностями).

Модифицирование смазочной композиции содержащей ПТФЭ ультрадисперсными алмазами в условиях граничного трения (испытания по схеме кольцо-кольцо) радикально изменяло характер фрикционного взаимодействия трущейся пары (рис.). В частности, для композиции И-12+ПТФЭ+УДА, значение коэффициента трения после выхода на стационарный режим, на протяжении практически всего времени испытаний не менялось (0,011), в отличие от состава И-12+ПТФЭ (до 0,042). При этом температура в зоне трения в после

прохождения минимума $M_{тр}$ для системы И-12+ПТФЭ увеличивалась скачкообразно и была в конце испытаний примерно в два раза выше, чем для И-12+ПТФЭ+УДА.

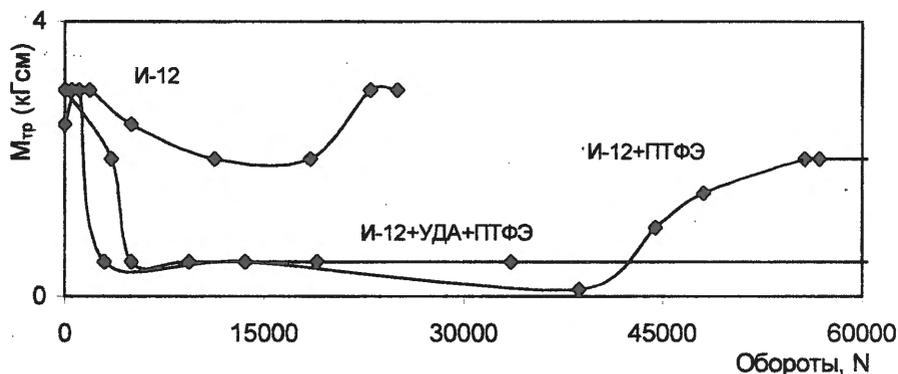


Рис. Зависимость $M_{тр}$ от пути трения смазочных композиций на основе И-12 с ПТФЭ(0,33%) и ПТФЭ(0,33%) + УДА (0,026%) при $p_v=0,0653$ кгс*м/сек.

При испытаниях по схеме вал-втулка добавление ПТФЭ к модельной смазочной композиции на основе масла И-12, включающей комплекс маслорастворимых ПАВ, приводило к ухудшению трибологических свойств (как с УДА, так и без них): наблюдалось существенное уменьшение нагрузки задира (с 425 кг до 225 и 200 кг, соответственно).

В заключение следует отметить, что композиция И-12+ПТФЭ+УДА обладает лучшими триботехническими свойствами по сравнению с И-12+ПТФЭ и после более полного исследования может быть рекомендована для практического использования.

СПЕКТРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СТРОЕНИЯ И НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВ УЛЬТРАДИСПЕРСНОГО ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА

Л.Н. Игнатьева¹, А.К. Цветников¹, В.И. Салдин¹, Бузник В.М.²

¹*Институт химии Дальневосточного отделения РАН, Владивосток*

²*Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, Новосибирск*

В настоящей работе проведено исследование молекулярного строения и термической деструкции ультрадисперсного политетрафторэтилена (УПТФЭ) методом ИК-спектроскопии. Для интерпретации полученных данных использовались результаты квантово-химических расчетов. Сравнение ИК-спектров поглощения ПТФЭ (пленка толщиной 10 мкм) и порошка УПТФЭ показало, что ТГД диспергирование ПТФЭ приводит к появлению в ИК-спектрах УПТФЭ новых полос (985, 1785 и 1888 см⁻¹) и изменению соотношения интенсивностей полос кристалличности (516 см⁻¹) и аморфности (область 700-800 см⁻¹). На основании анализа литературных данных и результатов квантово-химических расчетов предположено, что наблюдаемые изменения в ИК-спектрах связаны с изменением строения макромолекул политетрафторэтилена и их упаковки. Возможными механизмами деполимеризации ПТФЭ является образование олигомеров с боковыми -CF₃ и концевыми -CF=CF₂ и -COF группами. При этом образуется форма упаковки макромолекул, обладающая большей упорядоченностью по сравнению с пленочными образцами ПТФЭ.

Изучен процесс термической деструкции УПТФЭ. Температурные фракции были получены возгонкой УПТФЭ. При термогравиметрическом исследовании было выявлено, что потеря массы при нагревании образца УПТФЭ начинается вблизи 50 °С,

поэтому процесс возгонки начинали контролировать с 50 °С. Сублимирующая при определенной температуре фракция оседала на стенках хладоприемника, образуя белый налет вещества. Все фракции представляли собой дисперсные порошки, как выявлено методом электронной микроскопии [1], с разной морфологией. Методом ИК-спектроскопии выявлены различия строения фракций, выделенных в процессе термической возгонки порошка УПТФЭ. Показано, что при температурах 50-160°С на хладоприемнике происходит конденсация фракций, состоящих из высоко аморфных фрагментов. Фрагменты построены из разветвленных, за счет появления боковых $-\text{CF}_3$ групп, цепей и цепей с концевыми олефиновыми группами. На это указывает наличие в ИК-спектрах обсуждаемых фракций полос при 986 и 1785 см^{-1} . Фракции, выделяемые при температуре 300°С и выше близки к строению ПТФЭ, и судя по очень слабой интенсивности полос в области 700-800 см^{-1} высоко кристалличны. Область температур 100-300°С является промежуточной. Сделанные выводы подтверждены методом рентгенофазового анализа. Предполагается, что аморфность образцов связана с нерегулярным распределением в структурах фракций фрагментов с концевыми олефиновыми и боковыми фторметильными группами, а также цепей с различным направлением закручивания спирали.

Работа выполнена при поддержке Интеграционного проекта Президиума РАН, Программа 8.17 и Междисциплинарного интеграционного проекта СО РАН-ДВО РАН № 159.

Литература

1. Куравый В.Г., Цветников А.К., Горбунов А.В., Бузник В.М. //Всероссийский Симп. "Химия: фундаментальные и прикладные исследования, образование". – 2002. – 2. - С. 212.

СИНТЕЗ МАЛЕИНОВЫХ ЭФИРОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИФТОРИРОВАННЫХ СПИРТОВ-ТЕЛОМЕРОВ

А.Н. Ильин, Ю.Л. Бахмутов, А.А. Ильин, Л.М. Иванова

ОАО «Галоген», Пермь

В последнее время возрос интерес к методу модификации поверхностных свойств полимерных материалов с помощью ПАВ. Ряд работ по применению ПАВ посвящен изучению поверхностно-активных свойств низкомолекулярных добавок (НМД) на границе полимер/воздух [1]. В качестве таких НМД могут выступать моноэфиры малеиновой кислоты, наличие карбоксильной группы в которых очень резко (на три порядка) снижает скорость улетучивания НМД. Наряду с этим, мономалеинаты успешно используются в качестве присадок к смазочным маслам и гидравлическим жидкостям или как мономеры при получении устойчивых к растворителям эластомеров [2,3].

С целью разработки пригодного для промышленного производства, простого, экономически выгодного метода синтеза мономалеинатов на основе доступного сырья, а также для расширения их ассортимента, нами проводились исследования, направленные на отработку оптимальных режимов проведения процесса взаимодействия полифторированных спиртов-теломеров общей формулы: R_1R_2OH (1), где $R_1=H(CF_2CF_2)_n-$, причем $n=1-3$, или CF_3CFHCF_2- , $R_2=CH_3CH=$, $-CH_2-$, $=C(CH_3)_2$, с малеиновым ангидридом.

Все синтезы мономалеинатов проводились на установке из термостойкого стекла, снабженной системами перемешивания,

нагрева и контроля температуры. Выделение целевых продуктов из реакционной смеси проводили перегонкой под пониженным давлением. Следует отметить, что отделенные при проведении перегонки непрореагировавшие спирты-теломеры (1) использовались повторно на стадии синтеза без какой либо дополнительной очистки.

В результате проведенных исследований были получены мономалеинаты общей формулы: $R_3COCH=CHCOOH$ (2), где $R_3=H(CF_2CF_2)_n(CH_3)CHO-$, $H(CF_2CF_2)_nCH_2O-$, $H(CF_2CF_2)_n(CH_3)_2CO-$, $CF_3CFHCF_2(CH_3)CHO-$, $CF_3CFHCF_2CH_2O-$, $CF_3CFHCF_2(CH_3)_2C-O-$, с выходом 70-80 % от теоретического. Строение соединений (2) подтверждено данными ИК-спектроскопии и ЯМР. На основании экспериментальных данных, полученных при лабораторной отработке оптимальных условий синтеза мономалеинатов, был предложен возможный вид технологической схемы предназначенной для их промышленного производства.

Литература

1. Рудой В.М., Жиглецов С.К., Авербах К.О., Гольдин Г.С., Некрасова Л.А., Огарев В.А.//ДАН СССР. - 1981. - Т. 258. - № 1. - С. 153-158.
2. Гольдин Г.С., Авербах К.О., Некрасова Л.А., Лавыгин И.А., Лейтан О.В., Чалбышева Н.В.//ЖПХ. - 1985. — № 6. - С. 1349-1353.
3. Авт. свидетельство СССР, № 526655, оп. 11.10.76.

КОРРОЗИОНСТОЙКИЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ПРЕСС-ФОРМ ГОРЯЧЕГО ПРЕССОВАНИЯ ФТОРОПЛАСТА-4

Н.В. Корнопольцев, В.Н. Корнопольцев

Байкальский институт природопользования СО РАН, Улан-Удэ

Известны способы горячего прессования и спекания фторопласта-4 в пресс-формах под давлением, которые позволяют получать детали довольно сложной формы и с заданными размерами [1]. Установлено, что пресс-формы, выполненные из конструкционных сталей, сильно корродируют в контакте с горячим фторопластом. Пресс-формы, выполненные из алюминиевых сплавов, не подвергаются коррозии. Однако они деформируются под давлением при температурах обработки.

Целью данной работы является разработка коррозионностойкого покрытия для пресс-форм, которое позволило бы обеспечить сопряжение и сохранить высокую чистоту поверхности гравюры. Установлено, что хром и хромовое покрытие обладает достаточной коррозионной стойкостью. Гальваническое хромирование не позволяет нанести покрытие на углубления. Диффузионное хромирование углеродистых сталей позволяет получить сплошное равномерное покрытие [2]. Диффузионное хромирование из феррохрома, порошкового хрома и алюмотермических смесей позволяет получать карбидные покрытия на углеродистых и цементированных сталях при температурах 1050-1100 °С с выдержкой при этих температурах 5-6 ч [3].

Естественно, при такой температуре возникают поковки, растет зерно. Для снижения температуры процесса был отработан

состав алюмотермической смеси с добавлением порошковой окиси меди. Это позволило снизить температуру процесса на 120-150 °С. Отработан процесс диффузионного насыщения стальной поверхности из пасты разработанного состава. При этом пресс-формы даже из среднеуглеродистой стали подвергались цементации, затем обрабатывались по сопряженным поверхностям и подвергались диффузионному хромированию в тиглях с плавким затвором. В случае хромирования из паст детали в тигле располагались свободно. При температуре 930-950 °С и выдержке 4-5 ч на поверхности углеродистой стали получается карбидный слой толщиной 25-40 мкм, обладающий высокой коррозионной стойкостью.

Работа выполнена при финансовой поддержке программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Фундаментальные проблемы физики и химии наноразмерных систем и наноматериалов».

Литература

1. Чегодаев Д.Д., Наумова З.К., Дунаевская И.С. «Фторопласты». - Госхимиздат. - 1960.
2. Ворошнин Л.Г., Абачаров М.М., Хусин Б.М. «Кавитационностойкие покрытия на железоуглеродистых сплавах». - Минск: «Наука и техника». - 1986.
3. Дубинин Г.Н. Диффузионное хромирование сплавов. - М.: Машиностроение. - 1964.

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВИНЦОВОГО ПОРОШКА В КАЧЕСТВЕ НАПОЛНИТЕЛЯ В КОМПОЗИЦИЯХ С ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНОМ

В.Н. Корнопольцев, В.Е. Рогов

Байкальский институт природопользования СО РАН, Улан-Удэ

В настоящее время в литературе описано огромное количество композиционных материалов на основе политетрафторэтилена, в реальности же многие фторопластовые композиты – изделия закупаются за рубежом. Хотя иностранные фирмы широко применяют в качестве наполнителя свинцовый порошок во фторопластовых композициях, в нашей стране имеются весьма противоречивые сведения о его использовании [1,2,3,4]. Так, в одном случае это увеличение износостойкости в 2000 раз по сравнению с чистым фторопластом [1, 2] со стабильным коэффициентом трения в течение всей работы и образование тонкой пленки желтовато-зеленоватого налета на поверхностях трения образца и стального контртела. В другом незначительное увеличение износостойкости с возрастающим коэффициентом трения [4]. В третьем, образование на стальном контртеле толстослойного свинцового покрытия, приводящего к катастрофическому изнашиванию [3]. Образование такого покрытия начинается с образования очаговых точек выступов, которые в дальнейшем сливаются в более крупные. Исходя из того, что введение наполнителя (свинцового порошка промышленного изготовления, примерно одинаковой дисперсности), существенно изменяет процессы трения и изнашивания, а также, что порошок

свинца представляет собой зерна металлического свинца, покрытого снаружи слоем окиси, т.е. является двухфазной системой, было решено провести комплекс триботехнических испытаний со свинцовым порошком с различной степенью окисления. Триботехнические испытания фторопластовых композиций со степенью наполнения 50% масс. проводили по схеме «вал-штука» на машине трения СМТ-1 в режиме трения без смазочного материала при нагрузке 200 Н и скорости скольжения $1 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$, продолжительность 8 часов. Контртело «стальной вал» шлифовали до шероховатости $R_a \sim 0,63 \text{ мкм}$. Проведенное исследование позволяет заключить, что при использовании свинцового порошка с различным содержанием свинца (93,7%; 83,7%) в композициях на основе политетрафторэтилена значительно изменяются процессы, протекающие в зоне контакта при трении по стали. С увеличением степени окисления свинцового порошка износостойкие свойства композита увеличиваются.

Литература

1. Истомин Н.П., Матвеевский Р.М. // Вестник машиностроения – 1970. – № 2. – С. 47-51.
2. Истомин Н.П. Полимеры в машинах. – М.: НИИМАШ. - 1968.
3. Рогов В.Е., Могнонов Д.М., Корнопольцев Н.В., Аюрова О.Ж., Максанова Л.А. // Трение и износ – 2001. – Т. 22. - № 1. – С. 104-108.
4. Матвеевский Р.М., Поздняков В.В., Семенов А.П. Пластмассы в подшипниках скольжения. – М.: Наука. - 1965.

**МОРФОЛОГИЯ И ИЕРАРХИЧЕСКАЯ СХЕМА
ОРГАНИЗАЦИИ УЛЬТРАДИСПЕРСНОГО
ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА И ПРОДУКТОВ ЕГО
ПИРОЛИЗА**

В.Г. Куравый¹, В.М. Бузник², А.К. Цветников¹

¹*Институт химии Дальневосточного отделения РАН, Владивосток*

²*Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, Новосибирск*

В данном сообщении приведены результаты исследований набором микроскопических методов порошка ультрадисперсного политетрафторэтилена (УПТФЭ), продуктов его пиролиза, пленок, образующихся на поверхности пиролитического графита после натирания порошком и пленок, остающихся на поверхности металла после высыхания ацетоновой суспензии УПТФЭ. Объекты исследовались на: сканирующем электронном микроскопе LEO-430 (ЭСМ); просвечивающем электронном микроскопе BS-540 (ПЭМ); сканирующем туннельном микроскопе, изготовленном в ИХиХТ СО РАН (СТМ); на оптическом микроскопе МБС-1 в отраженном свете. Данные ЭСМ показали, что порошок УПТФЭ состоит в своей основной массе из сфероподобных частиц диаметром 0.3 ± 1 мкм, которые способны собираться в более крупные конгломераты с поперечными размерами до 10 мкм и более. В случае осаждения порошка на ровной стеклянной подложке просматривается самоорганизация частиц порошка в некоторые периодические структуры. Данные ПЭМ указывают на сложное блочное строение порошинок и зернистое строение их поверхности, которое может быть обусловлено тем, что на поверхности

микрочастиц конденсируются более мелкие наночастицы. Согласно данным СТМ, частицы порошка при растирании распадаются на более мелкие частицы разнообразной формы и размеров вплоть до ~ 1 нм. По данным ЭСМ продукты пиролиза УПТФЭ имеют различное морфологическое строение в зависимости от температуры, при которой производится термодеструкция. При $\sim 80^\circ \text{C}$ конденсат представляет собой микропленки, тогда как при $\sim 180^\circ$ продукт в большей степени состоит из многослойных микротрубок, а при $\sim 430^\circ$ из сфероподобных частиц, незначительно различающихся по размерам и имеющих порядок 1 мкм. Данные оптической микроскопии показали, что в отстоявшейся ацетоновой суспензии ПТФЭ сохраняется во взвешенном состоянии. При выпаривании капли суспензии на полированной металлической поверхности образуется продукт, который организуется в микроостровки с плоским верхом, окруженные более мелкими частицами. Из совокупности полученных данных и исследований по рассеянию лазерного излучения на частицах порошка следует, что порошок УПТФЭ представляет сложную иерархическую схему самоорганизации на микро и наноуровнях: имеется два типа наночастиц, один из которых образует микрочастицы, а другой конденсируется на них; микрочастицы образуют более сложные конгломераты, которые, в свою очередь формируют ассоциаты размером в несколько десятков нанометров.

Работа выполнена при поддержке Интеграционного проекта Президиума РАН, Программа 8.17 и Междисциплинарного интеграционного проекта СО РАН-ДВО РАН № 159.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОГНЕСТОЙКОСТИ ПОЛИМЕР-ДРЕВЕСНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

В.П. Майборода, А.В. Бойков, А.Н. Егоров

Восточно-Сибирский институт МВД России, Иркутск

Исследовано влияние количества наполнителя и отходов производства кремния (кремнезем) на огнестойкость полимер-древесных композиций, изготовленных на основе поливинилхлорида (ПВХ). Рассмотрены приемы и методы получения полимер-древесных материалов.

Установлено, что введение в пластизольную композицию наполнителей приводит к изменению динамики и концентрации выделения газов. Пластизоль, не содержащий наполнителя, достигает максимальной температуры (260 °С) всего за 88 сек. Низкая огнестойкость ненаполненного пластизоля обусловлена значительным содержанием в материале горючего пластификатора. Однако при введении наполнителей происходит снижение горючести полимера вследствие связывания полимера опилками, что позволяет снизить текучесть материала при нагревании и тем самым уменьшить площадь горения. Полимер-древесные композиции достигают максимальной температуры (300 °С) за 120-135 сек.

Другим обстоятельством, уменьшающим горючесть материала, является образование на его поверхности слоя кокса, в результате чего снижается выход горючих продуктов в газовую среду, уменьшается поток горючих газов к пламени. После удаления источника зажигания самостоятельное горение наблюдалось лишь в

СО-18

некоторых случаях. При этом его продолжительность не превышала 5 сек. На поверхности образца без наполнителя слой кокса практически не образуется, что приводит к его быстрому и полному выгоранию, а также к самостоятельному длительному горению после удаления источника зажигания.

Как известно, для сгорания 1 кг полимера требуется воздуха в 1.5-2 раза больше, чем для сгорания древесины (4.5 м³/кг). В условиях пожара горение ПВХ сопровождается значительным недожогом и образованием большого количества весьма плотного дыма. Около 70 % материалов на основе ПВХ имеет максимальное значение коэффициента дымообразования в режиме тления [ГОСТ 12.1.044-89. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения].

Полимер-древесные композиции при горении образуют на поверхности коксовый слой, состоящий из древесного угля и деструктированного ПВХ. Толщина его может увеличиваться до 2-х раз, по отношению к толщине сгоревшего слоя, что препятствует выделению горючих газов, прогреву внутренних слоев материала и выделению дыма. При горении полимер-древесных композиций на поверхности материала происходит более полное сгорание полимера, что приводит к уменьшению дымообразующей способности данных композиций. Дымообразующая способность исследованных пластизолой существенно зависит от количества наполнителя. Наибольший эффект в снижении выделения дыма оказывает введение в пластизоли даже небольшого количества кремнезема.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ТВЕРДЫХ АНТИФРИКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, СОДЕРЖАЩИХ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕН

С.Г. Мамылов¹, О.И. Ломовский¹, В.М. Бузник²

¹*Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН,
Новосибирск*

²*Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, Новосибирск*

Неоднородные многокомпонентные композиты и смеси привлекают внимание исследователей как новые перспективные материалы. Процессам переноса в упомянутых системах посвящается значительное количество работ как экспериментального, так и теоретического направлений, последние интенсивно обращаются к методам численного решения и моделирования.

Ранее нами исследовались проводимость и диэлектрическая проницаемость в неоднородных бинарных смесях, содержащих антифрикционный компонент - политетрафторэтилен. Предварительные результаты позволяют прогнозировать прикладные свойства бинарных систем. Так, в задаче «металл – твердая смазка» можно оптимизировать трение материала при сохранении проводимости. Первичное модельное исследование позволило определить оптимальные факторы организации композита и их влияние на коэффициент трения всей системы в целом – отношения размеров частиц, отношение размеров частиц и прослойки, пространственное расположение частиц смазки и т.д. Оказалось, что в условиях выделения вещества смазки на

поверхность композита возможно значительное снижение коэффициента трения системы в целом. Но поведение системы во времени осталось неизученным в первичной задаче.

Цель настоящей работы – построение модели, описывающей выделение накопленной смазки на поверхность во время ее функционирования и изучение факторов, влияющих на характеристики системы: коэффициент трения, ее структуру.

Модель представляет собой задачу Монте-Карло. В трехмерной матрице (решетке) находятся зерна (каверны) вещества смазки с гауссовым распределением размеров, т.е. заданы средний размер и дисперсия размеров. Вещество смазки может двигаться в виде дискретных частиц по поверхности решетки. В модели определены условия движения и удаления частиц из системы в течение ее времени жизни.

Получены зависимости коэффициентов трения зеренной системы «носитель-смазка» от времени жизни системы, концентрации и относительных размеров зерна вещества смазки. В исследуемом поле параметров обнаружено самоупорядочение остающегося в каверне вещества смазки. Это проявляется в образовании на конечном этапе развития системы устойчивого профиля смазки в каверне матрицы-носителя. Рассмотрено изменение профиля распределения вещества смазки в каверне от времени.

ГЕНЕРАЦИЯ СВОБОДНЫХ РАДИКАЛОВ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ В МНОГОЦЕНТРОВЫХ СИНХРОННЫХ РЕАКЦИЯХ ГАЛОГЕНИРОВАНИЯ

А.И. Михайлов, С.И. Кузина, И.А. Шилова, С.В. Демидов,
А.Н. Щербань

Институт проблем химической физики РАН, Черноголовка

В работе обнаружены уникальные, практически безактивационные синхронные реакции разрыва химических связей и генерации свободных радикалов (эффективно идущие даже при низких температурах вплоть до 30-50 К и ниже) при прямом галогенировании ($G_2 = F_2, Cl_2$ и др.) полимерных и мономерных соединений с различными типами связей (этилен, метилметакрилат, этан, фуллерены, полиэтилен, полипропилен, полиметилметакрилат, полистирол, нейлон, каучуки, целлюлоза, лигнин, древесина и др.). Проанализированы многоцентровые реакционные комплексы синхронных реакций. Показан их полимолекулярный характер $[R-H \text{ (или } >C=C<) + 2G_2] \rightarrow R^*(G) + G^* + HG \text{ (1)}$

Был профторирован целый ряд синтетических и природных полимеров. При давлении фтора 30–80 Торр концентрации радикалов достигали значений 10^{17} – 10^{19} спин/г (при 77 К), что сравнимо с концентрацией R^* в γ -облученных полимерах при дозах в несколько десятков (и сотен) Мрад. Высокие концентрации радикалов, способных окисляться уже при 30 К, свидетельствуют об эффективности процессов фторирования и дальнейшего модифицирования полимерных материалов. Если Cl_2 дает R^* в реакции лишь с $C=C$ -связью при $T > 120$ К, то фторированию с

образованием радикалов уже при $T > 30$ К эффективно подвергаются все С-Н-связи. Показано, что изученные реакции радикалообразования лимитирует диффузия наиболее подвижных молекул (F_2 , Cl_2). Химические реакции образования свободных радикалов при столь низких температурах (~ 30 К) без какого-либо воздействия химии высоких энергий (УФ-, γ -, β -облучения и др.) зарегистрированы впервые. Таким образом, полученные результаты открывают новые горизонты понимания реакционной способности молекул и радикалов при низких и сверхнизких температурах. При этом наблюдаемые акты разрыва химических связей при столь низких температурах термодинамически могут быть поняты лишь с позиций многоцентровых синхронных переходов, когда в одном элементарном акте сразу рвется и образуется несколько химических связей с общим экзотермическим итогом (1). Исследованные реакции позволяют в «мягких» условиях проводить модифицирование и синтез галогенсодержащих (в т.ч. фторсодержащих) высоко- и низкомолекулярных соединений, а также генерировать активные радикалы для инициирования дальнейших цепных свободно-радикальных реакций.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского Фонда фундаментальных исследований (грант № 02-03-33169).

ВЫДЕЛЕНИЕ БРОМА И ЙОДА ИЗ РАССОЛОВ НА ПОЛИМЕРНЫХ СОРБЕНТАХ

О.Н Новиков, О.А. Новикова

Иркутский государственный университет, Иркутск

Йод и бром - ценнейшее сырье для получения присадок к топливу, дезинфицирующих агентов. Учитывая темпы освоения нефтеносных месторождений в Байкальском регионе, следует обратить внимание и на переработку нефти и газоконденсата на автомобильное топливо на месте. Только в этом случае возможна хотя бы частичная компенсация экологических потерь региона. Нужны присадки, не загрязняющие окружающую среду в процессе их производства и применения. Природа наградила наш регион всем необходимым для развития человеческой цивилизации. На глубинах до двух километров от Шелехова до северной Якутии располагается подземное море, содержащее насыщенные рассолы, содержащие йод, бром и массу других ценных компонентов. Одним из элементов такой технологии является процесс избирательного извлечения йода и брома. Сущность этого процесса заключается в скоординированном применении явления электрохимического окисления анионов йода (брома), направленной электромиграции анионов галогена к поверхности сорбента, концентрировании галогена на поверхности сорбента и извлечении галогена отгонкой с паром [1-4]. Ключевым элементом технологии является сорбент, который должен обладать заданным комплексом свойств, включая: нужную полярность, соответствующую полярности йода или брома, химическую устойчивость в среде этих веществ, термостойкость,

достаточную для обработки острым паром, размер микропор, соответствующий размеру молекул галогена, механическую прочность, исключаящую унос сорбента за счет его извлечения. Этим условиям соответствует гранульный пористый сополимер диэтилфумарата с дивинилбензолом. Испытания указанного сорбента подтвердили его эффективность. В отличие от активированного угля такой сорбент практически не уносится в процессе выделения брома и регенерации сорбента острым паром. Сорбент способен поглотить до 360 мг брома на г сорбента, что несколько выше, чем для активированного угля (233 мг на г). Унос сорбента на 10 регенераций не превысил 2%, тогда как активированный уголь был разрушен на 37 %. Кроме глубинных рассолов извлечение брома можно проводить из попутных вод нефтяных скважин, из рапы после выделения морской соли.

Литература

1. Новиков О.Н. Устройство для извлечения йода или брома из водных растворов. Патент 2049156 RU.
2. Электрохемосорбционный метод очистки сточных вод. Тез докл. конф. «Актуальные вопросы природоохранной политики в Байкальском регионе», 13 сентября 2001, Иркутск.
3. Новые технологии для очистки воды. – Сибирь-Восток- №5 - 2001 - с. 36-37.
4. Новиков О.Н., Зуев С.Н., Уманец В.А., Петухов Г.Ф., Царик Л.Я. Сорбенты и флокулянты для средозащитных технологий. Тез. докл. 2-ой Международной научно-практической конференции «Человек, среда, вселенная» 27-30 ноября 2001, Иркутск, с. 119.

ПРОВОДА НАГРЕВАТЕЛЬНЫЕ “ ТЕФОСТ”

С.Г. Острер

ОАО “Галоген”, Пермь

Изучены особенности процесса теплопередачи через тонкие одноосно-ориентированные стенки из политетрафторэтилена. Установлена высокая чувствительность теплофизических свойств к степени ориентации полимера с высокой степенью кристалличности.

На основании полученных результатов разработана конструкция и технология изготовления проводов нагревательных “Тефост” (ПНТ) с коаксиально-свободными изоляционными оболочками из фторопласта - 4D.

ПНТ предназначены для прямого и косвенного подогрева твердых, жидких и газообразных инертных сред и материалов до температуры $+200^{\circ}\text{C}$, а химически агрессивных - до 150°C в электрических цепях с рабочим напряжением от 12 до 380 в. ПНТ могут помещаться непосредственно в нагреваемую среду, замуровываться в бетон, кладку, штукатурку, почву; наматываться на обогреваемые части трубопроводов, запорную арматуру и т.п.. Кроме того, ПНТ можно использовать для изготовления греющих элементов в электрических грелках, одеялах, сушилках, приборах водонагрева и отопления, встроенных и погружных подогревателях в химической и других отраслях промышленности, в производстве особо чистых веществ, в строительстве, для тепличных подогревателей, теплых полов, панелей балконных термошкафов и т.д..

ПНТ обладают высокой удельной мощностью (100-150Вт/м), автономны, пожаро- и гигиенически безопасны, долговечны.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ИЗНАШИВАНИЯ ПТФЭ, НАПОЛНЕННОГО ПРИРОДНЫМИ ЦЕОЛИТАМИ

А.А. Охлопкова¹, П.Н. Петрова², Т.С. Ючюгьева¹

¹*Институт неметаллических материалов, Якутск*

²*Якутский государственный университет им. М.К. Аммосова,
Якутск*

Традиционные материалы машиностроения – металлы – в настоящее время не в состоянии удовлетворить требованиям, предъявляемым к узлам трения различных машин и механизмов. В связи с этим в мире имеется тенденция к расширению использования в трибосопряжениях композиций на основе полимерных материалов, способных длительно эксплуатироваться без смазки при повышенных температурах, в агрессивных средах, в глубоком вакууме и других экстремальных средах [1].

В данной работе впервые исследованы эксплуатационные характеристики ПТФЭ, модифицированного природными цеолитами, различающихся по химическому составу, подвергнутых механической активации, режимы которой оптимизированы по критериям прочности и трибологии.

Показано, что активирование всех наполнителей положительно влияет на деформационно-прочностные показатели композитов. Во всех случаях оптимальный комплекс свойств достигается при содержании наполнителей в количестве 2-5 мас.%, подвергнутых активированию в течение 2 мин. Эластичность материала повышается на 15-20 %, прочность сохраняется на уровне ненаполненного ПТФЭ [2].

Исследованы температурные зависимости триботехнических параметров пар трения композит-сталь. Показано некоторое

повышение значения коэффициента трения ПКМ при низких ($-40 \div -70^\circ\text{C}$) и высоких температурах ($+270 \div +320^\circ\text{C}$), и стабильные значения коэффициента трения в области ($0 \div 150^\circ\text{C}$). Это связано с участием активированных цеолитов в формировании ориентированных структур на поверхности трения ПКМ и увеличением адгезии пленки переноса к контртелу [3].

Исследованы структура и элементное распределение на поверхностях трения ПКМ. На основе этого установлен механизм повышения износостойкости наполненного ПТФЭ, заключающийся в формировании на поверхности трения слоя, обогащенного частицами активированных цеолитов.

Таким образом, показано, что снижение коэффициента трения ПТФЭ, наполненного активированными природными цеолитами, связано с текстурированием поверхностных слоев, приводящим к их переориентации по направлению скольжения, и с образованием на поверхности трения структурных элементов со значительным содержанием частиц наполнителя, экранирующих поверхностный слой композита от разрушения, и увеличением адгезии пленки переноса к контртелу.

Литература

1. Трибология: Исследования и приложения: опыт США и стран СНГ. Под ред. В.А. Белого, К. Лудемы, Н.К. Мышкина. - М.: Машиностроение; Нью-Йорк: Аллертон пресс, 1993. - 454 С.
2. Петрова (Брощева) П.Н., Охлопкова А.А., Ючюгьева Т.С. //Трение и износ. - 2001. - Т. 22. - № 1. - С. 58-61.
3. Охлопкова А.А., Виноградов А.В., Пинчук Л.С. Пластики, наполненные ультрадисперсными соединениями. - Гомель: ИММС НАНБ. - 1999. - 164 С.

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИТЕРАФТОРЭТИЛЕНА В ПАРАХ ТРЕНИЯ СТАЛЬ-РЕЗИНА

Г.Е. Селютин¹, В.А. Ворошилов²

¹*Институт химии и химической технологии СО РАН, Красноярск*

²*Научно-производственное предприятие «Полихим», Красноярск*

В работе представлены результаты использования ультрадисперсного политетрафторэтилена (ПТФЭ) и металлоорганических материалов для создания защитных покрытий на поверхностях пары трения сталь-резина.

Методика: поверхность трения резинотехнического изделия (РТИ) вскрывалась мелким абразивом до исчезновения глянца. Сопряженная металлическая поверхность обезжиривалась ацетоном или другим органическим растворителем. ПТФЭ диспергировался в вязущей основе в массовых соотношениях 3:1, 1:1, 1:5, 1:10 с использованием ультразвукового генератора УЗДН-А. В качестве вязущего использовали высокомолекулярную металлоорганику, клеи для резинотехнических изделий: «TIP-TOP» (Германия), «Titebond» (США), «Момент» (Россия). Полученную суспензию кистью наносили на рабочую поверхность РТИ. При использовании клея TIP-TOP предварительно ПТФЭ диспергировался в бензине с последующим смешиванием. Сушка изделия осуществлялась при 80°С в течение 30 минут. Испытания проводили на машине трения в паре резиновая колодка-стальной диск. Ресурсные испытания проводились на насосах «Ингерсолл Рэнд» (США) на обогатительной фабрике «ГМК «Норильский никель»,

пневмоцилиндрах КБШК 623.200/400 на Красноярском ОАО «Сибинстрем», ОАО «Сибэлэст».

Результаты: минимальная температура в зоне трения фиксировалась на стенде в случае предварительной обработки стальной сопряженной поверхности металлоорганикой с 10% содержанием ПТФЭ и нанесения защитного слоя на поверхность РТИ с соотношением ПТФЭ - вяжущее 1:1. При этом на металле формируется мягкое покрытие с размерами пор 1-3 мкм, на 1-2 класса поднимается чистота поверхности. Поры являются естественным резервуаром смазки. Она выдавливается на поверхность при начале движения, чем устраняется сухое трение после длительного покоя. Покрытие, содержащее ПТФЭ, создает разделительный слой, минимизирует трение и препятствует «налипанию» резины на металл.

После эксплуатации поверхность контрольных манжет имела следы физического разрушения в виде глубоких неровностей и трещин. Манжеты с нанесенным защитным слоем имели ровную гладкую поверхность, на которой отчетливо просматриваются фрагменты покрытия, плотность которых равномерно убывает по мере смещения в область повышенных нагрузок. Износ уплотнений РТИ с защитным покрытием осуществлялся в виде равномерного истирания рабочей поверхности без трещин и порывов. Рабочий ресурс уплотнений увеличился в 5-7 раз на «ГМК «Норильский никель» (водная среда), в 9-18 раз на ОАО «Сибинстрем» в режиме сухого трения.

СОПОЛИМЕРЫ ПЕНТАХЛОРФЕНОЛА И ПОЛИХЛОРАРЕНОВ С СУЛЬФИДОМ НАТРИЯ

К.С. Трофимова¹, А.В. Горбань², Л.А. Татарова²

¹*Иркутский государственный технический университет, Иркутск*

²*Иркутский институт химии им. А.Е. Фаворского СО РАН,*

Иркутск

Сополиконденсацией малоактивного в реакциях нуклеофильного замещения пентахлорфенола (ПХФ) с более активными полихлораренами синтезированы полиариленсульфиды, содержащие гидроксильные группы. В качестве полихлораренов использованы гексахлорбензол, гексахлорнафталин, октахлорнафталин и промышленный глубоко хлорированный нафталин марки «галовакс». Последний продукт является смесью полихлорнафталинов, его средний состав отвечает формуле $C_{10}H_3Cl_5$.

Высокая кислотность фенольной группы в ПХФ позволяет определять состав сополимера с помощью кислотно-основного титрования. Установлено, что содержание звеньев ПХФ в сополимере возрастает с увеличением концентрации ПХФ в реакционной системе, но оказывается в 1.5-2.5 раза ниже, чем в исходной смеси органических сомономеров. Снижение содержания ПХФ в смеси с ОХН от 50 до 10 % мол. приводит к уменьшению концентрации фенольных групп в сополимере (к уменьшению содержания звеньев ПХФ), но увеличивает выход сополимера, его температуру размягчения,

а также повышает долю вовлеченного в реакцию ПХФ от 38 до 86 %.

Наличие в сополимерах фенольных групп позволило ввести в их макромолекулы эпоксидные группы путем взаимодействия с эпихлоргидрином. При этом, в отличие от обычных процессов эпоксидирования полимеров фенольного типа, где используется многократный избыток эпихлоргидрина (до 10 молей на 1 моль фенольной группы), реакция проводилась при незначительном избытке эпихлоргидрина (1.46-1.73 молей на 1 моль фенольной группы). Указанный эффект достигается применением в качестве катализаторов полигликолей. Каталитический характер процесса подтверждается практически полным отсутствием оксирановых циклов в продукте взаимодействия эпихлоргидрина с гидроксилсодержащим сополимером в отсутствие полигликоля при аналогичном соотношении реагентов.

Покрyтия на основе полученных эпоксидных смол, отвержденные обычными аминными отвердителями, обладают в сравнении с покpытиями на основе эпоксидной смолы ЭД-20 повышенными прочностными характеристиками, высокой кислотостойкостью и низкой горючестью.

ОГНЕЗАЩИТНЫЙ ЭФФЕКТ МИНЕРАЛЬНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ В ПОЛИВИНИЛХЛОРИДНЫХ ПЛАСТИЗОЛЯХ

А.К. Халиуллин¹, В.Н. Салауров¹, А.Н. Егоров²

¹*Иркутский институт химии им. А. Е. Фаворского СО РАН,
Иркутск.*

²*Восточно-Сибирский институт МВД России, Иркутск*

Проведена оценка показателей пожарной опасности наполненных пластизолов на основе поливинилхлорида (ПВХ) при помощи аттестованных установок в соответствии с ГОСТ 12.1044-89. Наполнителями являлись природные минералы месторождений Восточной Сибири: диопсид, палыгорскитовая глина, различные слюды (флогопит, мусковит, вспученный вермикулит), а также отходы производства кремния, представляющие собой в основном SiO_2 .

Исследовано влияние природы минерального наполнителя на показатели пожарной опасности пластизолов. Показано, что роль наполнителя не ограничивается снижением доли горючих компонентов в материале. Установлено, что повышение пожарной безопасности наполненных пластизолов объясняется образованием на поверхности материала пористого слоя, снижающего выход горючих продуктов в газовую среду, уменьшающего поток горючих газов к пламени и защищающего материал от температурного воздействия. На поверхности образца без наполнителя такой слой не образуется, что приводит к полному выгоранию пластизоля.

Воздействие пламени вызывает деструкцию ПВХ, начинающуюся с элиминирования хлористого водорода, который является автокатализатором процесса разложения. Образовавшиеся полиеновые фрагменты макромолекул ПВХ под действием кислорода воздуха участвуют в реакции структурирования. В отсутствие наполнителя образующийся гель обладает недостаточно высокой прочностью и вязкостью. Поэтому газообразные продукты деструкции легко выходят из полимерной матрицы в газовую фазу, и пористый слой на поверхности материала не образуется.

Минеральный наполнитель армирует образовавшуюся трехмерную структуру и повышает вязкость материала, что обеспечивает образование композита, матрицей которого является деструктированный и частично сшитый ПВХ, включающий поры, заполненные газообразными продуктами деструкции, а также наполнитель. Кроме того, наполнители, являющиеся силикатами и алюмосиликатами, могут химически взаимодействовать с деструктированным полимером, образуя, по данным ИК-спектроскопии, межцепные связи $C-O-Si-O-C$. Возможность образования подобных связей в значительной степени определяется природой катионов, входящих в состав силиката (алюмосиликата).

Таким образом, введение исследованных минеральных наполнителей обеспечивает образование в процессе термоокислительной деструкции (или горения) слоя пористого композита на поверхности пластизоля. Этот слой выполняет функцию абляционного покрытия, что замедляет процесс термоокислительной деструкции и приводит к повышению пожарной безопасности материала.

НОВЫЕ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

А.К. Халиуллин¹, В.Н. Салауров¹, Т.В. Раскулова¹, А.Н. Егоров²,
Т.А. Огибалова³

¹*Иркутский институт химии им. А.Е. Фаворского СО РАН,
Иркутск*

²*Восточно-Сибирский институт МВД России, Иркутск*

³*ОАО «Усольехимпром», Усолье-Сибирское*

Показана возможность улучшения комплекса эксплуатационных и технологических свойств материалов на основе поливинилхлорида (ПВХ). Поставленная цель достигается сополимеризацией винилхлорида (ВХ) с винилглицидиловыми эфирами гликолей (ВГЭГ), а также наполнением ПВХ и сополимеров природными минералами. Установлено, что процесс сополимеризации ВХ с ВГЭГ в значительной степени определяется природой реакционной среды. При сополимеризации в массе мономеров или в среде органических растворителей проявляется эффект предпоследнего звена. В реакции, протекающей в водной среде (суспензионный и эмульсионный процессы), строение образующегося сополимера зависит от природы даже предпредпоследнего звена растущего макрорадикала. Показано, что влияние природы органического растворителя на процесс сополимеризации ВХ с ВГЭГ обусловлено действием объемных эффектов. В связи с тем, что активность растущих макрорадикалов определяется не только строением последнего звена, для характеристики реакционной способности сомономеров предложено использовать кинетическую схему Бэмфорда–Дженкинса.

Найдены природные минералы Восточной Сибири (силикаты, слюды, глины, карбонаты и др.), обеспечивающие повышение прочности, электроизоляционных свойств, термостойкости, санитарно-гигиенической и пожарной безопасности ПВХ-пластмасс. Обсуждено влияние природы минерала и степени его дисперсности на свойства композиции. Показана возможность использования техногенного сырья в качестве наполнителя или компонента пластифицирующей системы.

С помощью методов исследования горючести материала и дериватографии выявлен механизм повышения пожарной безопасности ПВХ-пластмасс в результате введения в композицию минерального наполнителя. Он заключается в формировании на поверхности образца слоя композита, матрицей которого является деструктурированный и частично сшитый ПВХ, включающий поры, заполненные газообразными продуктами деструкции, и минеральный наполнитель. Этот слой выполняет функцию абляционного покрытия, что замедляет процесс термоокислительной деструкции и приводит к повышению огнестойкости материала.

Введение индивидуального минерала обеспечивает изменение только отдельных показателей материала. Так, например, диоксид увеличивает диэлектрическую и механическую прочность, палыгорскитовые глины повышают термостабильность и снижают выделение дыма при горении, а флогопит, вермикулит и кремнезем уменьшают горючесть пластмассы. Для одновременного улучшения всего комплекса свойств материала предложено использовать наполнители на основе смеси природных минералов, где каждый

СО-27

ингредиент выполняет определенную функцию. Состав такой смеси как по типу наполнителя, так и по его содержанию определяется назначением материала и требованиями к изделиям из него. Так как большинство применяемых природных минералов оказывается дешевле, чем мел, улучшение качества будет сопровождаться снижением стоимости получаемого материала. В случае сополимеров это позволит ограничить повышение цены, оставив ее на уровне обычных пластикаторов ПВХ.

ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ МЕТАЛЛАРОМАТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ОТХОДОВ ОБРАБОТКИ ФТОРОПЛАСТОВ

О.Ж. Аюрова¹, Л.А. Максанова¹, В.Ф. Стариченко^{2*},
Н.В. Бодоев³, Д.М. Могнонов³

¹*Восточносибирский государственный университет, Улан-Удэ*

²*Новосибирский институт органической химии
им. Н.Н. Ворожцова СО РАН, Новосибирск*

³*Бурятский государственный университет, Улан-Удэ*

Металлароматические комплексы представляют собой реакционноспособные соединения, содержащие одновременно активные частицы иона и радикала. Ион-радикальные соединения имеют неспаренный электрон, подобно свободным радикалам, и одновременно заряд, подобно ионам, что обуславливает ряд особых специфических свойств. Создавая определенные условия протекания реакций, и используя специфические свойства ионов и радикалов, можно управлять процессом прохождения реакций. Металлароматические комплексы как активные промежуточные вещества находят применение в качестве катализаторов или инициаторов многих химических реакций, а также используются для активирования поверхности инертных полимеров с целью повышения адгезии к другим материалам. Известно, что металлароматические комплексы можно получать на основе щелочных металлов и многоядерных ароматических углеводородов. Наиболее широко применяемым на практике является натрий-нафталиновый комплекс, получаемый в инертной среде с

СО-1М

продолжительностью синтеза 6-7 часов, а также со сложным процессом очистки исходного сырья и растворителя. В производственных условиях после обработки раствором комплекса поверхности полимера (фторопласта) остается большое количество отходов (более 70 % от исходного активного раствора), которые сливают в промышленные стоки. Нами были изучены состав отработанного неактивного раствора и возможность его использования вновь для синтеза натрий-нафталинового комплекса. Для этого были проведены исследования по синтезу комплекса с введением отходов, подбору соотношений компонентов, условий протекания реакции. Подобраны наиболее оптимальные соотношения исходных компонентов и условий синтеза комплекса, при которых обеспечиваются наилучшие характеристики получаемого активного раствора и хорошие показатели повышения адгезии обрабатываемого полимера. Результаты предварительных исследований показали, что введение в качестве исходного сырья отходов при получении натрий-нафталинового комплекса улучшает качественные характеристики синтезируемого продукта по сравнению с аналогами, получаемыми без отходов. В частности, содержание активного комплекса в растворе составляет 18-20 %, тогда как у аналогов без использования отходов не превышает 12-13 %. Это, по видимому, приводит к повышению прочности склеивания в 1,5-2 раза после активирования фторопласта таким комплексом, а также ведет к увеличению единицы обрабатываемой площади в 2 и более раз. Продолжительность синтеза комплекса сокращается в 2-3 раза и полученный продукт сохраняет свою активность до 1 года, тогда как аналог теряет ее через 16-18 суток. Активные комплексы

получают в виде растворов. Растворы комплексов представляют собой жидкости темно-синего цвета с зеленовато-коричневыми или красноватыми оттенками. Реакционноспособные частицы комплексов неустойчивы в свободном виде, но достаточно устойчивы в растворе и сохраняют свои свойства без изменения при температуре кипения раствора комплекса (78-80 °С). Исследование раствора комплекса проведенное методом ЭПР показало, что в нем содержатся парамагнитные частицы, наличие которых подтверждается очень интенсивным ЭПР-сигналом с g-фактором равным 2,0026. Величина измеренного g-фактора указывает на то, что сигнал обусловлен анион-радикалом нафталина.

ПОДБОР НАПОЛНИТЕЛЯ ДЛЯ АНТИФРИКЦИОННОГО ЛИСТОВОГО МЕТАЛЛОФТОРОПЛАСТОВОГО МАТЕРИАЛА

В.Н. Корнопольцев, Д.М. Могнонов, Н.В. Корнопольцев,
В.Е. Рогов

Байкальский институт природопользования СО РАН, Улан-Удэ

Одними из перспективных антифрикционных самосмазывающихся материалов являются композиционные материалы на основе фторопласта-4, недостатки которого решаются наполнением различными порошками.

Исследовалась возможность получения композиционного материала, содержащего в качестве наполнителя двуокись свинца отечественного производства ГОСТ 4616-78 (PbO_2). Порошок темно-коричневого цвета с размером частиц до 12 мкм. Экспериментально подтверждено, что фторопластовую композицию с двуокисью свинца удастся получить при снижении температуры спекания до 350-360 °С. Для выяснения причин деструктивного разрушения образцов при повышенной температуре были проведены термографические исследования на дериватографе ОД-102. Термографические исследования показали, что разложение двуокиси свинца начинается при температуре 320-330 °С, а при температуре 350-360 °С имеется экзотермический пик. Из исследованных соединений свинца наиболее устойчивым к термическому воздействию оказался сульфат свинца и двуокись свинца, обработанная серной кислотой. Экспериментально установлено оптимальное количество концентрированной серной кислоты для обработки двуокиси свинца с целью увеличения термостабильности, которое составляет 25-30 % по массе.

Были проведены кратковременные триботехнические испытания по определению износостойкости и коэффициента трения композиционных фторопластовых материалов, содержащих 40% наполнителя в виде двуокиси свинца, обработанной разным количеством серной кислоты. Испытания проводились на машине трения МИ-2 в сухую по диску из нержавеющей стали. Образцы были выполнены в виде цилиндра диаметром 7,8 мм, высотой 10-12 мм. Путь трения 3 км, скорость скольжения 4,5 мм/с.

Эксперименты показали, что композиция, содержащая двуокись свинца, обработанная 25-28%-ми серной кислоты имеет наименьший износ и коэффициент трения. Установлено, что максимальный износ наблюдается на стадии приработки полимерного образца. Кроме того, образцы из данных композиций в зоне трения меняют цвет со светло-коричневого на темно-коричневый. На стальном контртеле легкоудаляемый след светло-коричневого цвета. Это позволяет сделать предположение о неполном смачивании частиц двуокиси свинца при обработке серной кислотой. При истирании образца непрореагировавшая часть двуокиси свинца, попадая в зону трения, способствует лучшей приработке поверхностей и снижению коэффициента трения.

Данный наполнитель был рекомендован для получения металлофторопластового материала.

Работа выполнена при финансовой поддержке программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Фундаментальные проблемы физики и химии наноразмерных систем и наноматериалов».

НОВЫЙ ЛИСТОВОЙ МЕТАЛЛОФТОРОПЛАСТОВЫЙ МАТЕРИАЛ

В.Н. Корнопольцев, Д.М. Могнонов, В.Е. Рогов

Байкальский институт природопользования СО РАН, Улан-Удэ

Известны антифрикционные материалы на основе стальной ленты с припеченным слоем из сферического порошка оловянистой бронзы, поры которого пропитаны ПТФЭ с различными наполнителями. Производство такой ленты довольно сложное.

Целью данной работы была разработка упрощенного способа получения листового материала. В качестве пористого слоя была выбрана бронзолатунная сетка бумагоделательных машин, которая припекается на низкоуглеродистую или конструкционную сталь непосредственно. Промышленность выпускает сетку различных видов, с различной толщиной проволоки в пределах 0,13-0,3 мм. Поперечный уток, расположенный внутри ткани, изготавливается из полутампока. Продольные нити основы изготавливаются из фосфористой бронзы. Они сильнее изогнуты и контактируют с поверхностью стального листа. Припекают сетку на стальной лист в 2 слоя. Первый слой при температуре 920-930 °С. При этом бронзовая основа подплавляется и обеспечивает высокую прочность припекания к стали. Второй слой припекается при температуре 880-890 °С. При таком последовательном припекании двух слоев, с перекрестным накладыванием латунных утков на поверхности стали, формируется высокопористый бронзолатунный слой. Такой пористый слой легко заполняется пастой на основе водной суспензии фторопласта-4Д вкатыванием на вальцах, либо в него

впрессовывается неориентированная пленка, нарезанная из спеченной фторопластовой заготовки. Для приготовления пасты был использован фторопласт-4 и осадок водной суспензии фторопласта-4Д. В качестве наполнителя был выбран порошок двуокиси свинца, обработанный серной кислотой. В качестве грунтового слоя был использован ультрадисперсный политетрафторэтилен.

Кассетный способ изготовления металлофторопластового материала делает его достаточно производительным. В случае припекания бронзолатунной сетки используются прокладки из нержавеющей стали. В случае спекания фторопластовой импрегнированной композиции используются прокладки из алюминиевой фольги. Пакет помещают в рамки с ограничивающими толстыми верхним и нижним стальными листами. Рамки стягиваются клиньями.

Работа выполнена при финансовой поддержке программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Фундаментальные проблемы физики и химии наноразмерных систем и наноматериалов».

Литература

1. Брейтуэйт Е.Р. Твердые смазочные материалы и антифрикционные покрытия. - М.: Химия., 1967.
2. Корнопольцев Н.В. Многослойный антифрикционный материал. Патент РФ № 1415572, 1993.

ПОЛУЧЕНИЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗАГОТОВОК С ЗАДАНЫМИ РАЗМЕРАМИ ИЗ ФТОРОПЛАСТА-4

В.Н. Корнопольцев, Н.В. Корнопольцев, В.Е. Рогов

Байкальский институт природопользования СО РАН, Улан-Удэ

Изготовление уплотнительных элементов из фторопласта-4 и его композиций производят путем механической обработки из втулок. При этом образуется большое количество стружки (до 90%).

Методом прямого прессования с последующим спеканием невозможно получить необходимой точности деталей из фторопласта. Фторопластовая шихта неравномерно распределяется по пресс-форме при засыпании, особенно при толщине кольца меньше 2 мм. Поводки возникают от неравномерного прогрева в печи и при охлаждении. В зависимости от давления прессования, от применяемого наполнителя и его количества прессованные детали дают разную усадку после спекания. Нами исследовалась возможность получения заготовок из фторопластовых композиций заданных размеров с использованием цилиндрических оправок. С помощью оправок оказалось возможным получение заготовок цилиндрической формы с заданными размерами. Спеченная цилиндрическая заготовка помещается плотно в оправку. Повторный нагрев до температуры спекания и выдержке при этой температуре до полного прогрева приводит к усадке заготовки по наружному диаметру на 4-5%, причем внутренний диаметр уменьшается на 3-4%, а высота возрастает на 2-3 %. Для заготовки без внутреннего отверстия высота, в зависимости от диаметра заготовки, увеличивается на 8-10%. Имея набор оправок, возможно

получать довольно точные заготовки как по высоте, так и по наружному и внутреннему диаметрам. Перед механической обработкой проводят дополнительную термообработку без оправки, что позволяет снять внутренние напряжения. При этом деталь увеличивается по наружному и внутреннему диаметрам на 2-3%. Установлено, что наилучшим материалом для оправок является алюминий и его сплавы. Оксидная пленка на его поверхности защищает алюминиевую основу от воздействия продуктов частичной деструкции фторопласта-4. При неоднократном использовании алюминиевой оправки на ее поверхности образуется плотная, гладкая, коррозионно-стойкая пленка серого цвета. Детали не прилипают к алюминиевой оправке. Однако, алюминий деформирует при термическом расширении фторопластовых деталей. Стальные оправки и подставки подвергаются сильной коррозии. Для защиты от коррозии стальные оправки подвергаются диффузионному хромированию.

Испытания механических свойств стружки, полученной из свободно спеченной заготовки, и стружки, полученной из заготовки, подвергнутой пятикратной термической обработке в оправках, показали повышенные механические свойства последней.

Работа выполнена при финансовой поддержке программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Фундаментальные проблемы физики и химии наноразмерных систем и наноматериалов».

ПОЛИМЕР-ПОЛИМЕРНЫЕ СМЕСИ НА ОСНОВЕ ФТОРОПЛАСТА-4

Е.В. Ленская, В.Е. Рогов

Байкальский институт природопользования СО РАН, Улан-Удэ

Фторопласт в настоящее время является общепризнанной полимерной основой антифрикционных материалов. Однако для успешного использования фторопласта необходимо компенсировать его отрицательные свойства: хладотекучесть, невысокую износостойкость, высокий коэффициент термического расширения.

Традиционный метод повышения износостойкости, снижения хладотекучести связан с созданием композиционных материалов на основе фторопласта и различных минеральных наполнителей. Кроме того, для улучшения адгезионных свойств Ф-4 модифицируют различными способами: химическими, морфологическими, облучая поверхность лазерным излучением, электронными и ионными пучками. В настоящее время для получения наполненных и армированных полимеров широко применяются как полимерные порошкообразные (дисперсные) наполнители, так и полимерные армирующие материалы на основе синтетических волокон. Их использование обеспечивает определенные преимущества перед применением минеральных наполнителей: повышенную ударную прочность, меньшую плотность, повышенную водостойкость. Кроме того, коэффициенты термического расширения полимерных наполнителей и связующих очень близки, что создает дополнительный эффект упрочнения наполненной системы в результате снижения термических напряжений. Усиление каучуков термо- и реактопластами проводится уже давно. Однако, среди известных композиций, при получении полимер-полимерных смесей

примеров применения Ф-4 в качестве компонента смеси практически неизвестно. Свойства подобных композиционных материалов в значительной мере определяются характером их фазовой структуры и физическим состоянием компонентов. В связи с этим изучение особенностей формирования таких структур, с одной стороны, и влияние их на физико-химические и физико-механические свойства смесей полимеров с другой, будет способствовать определению путей целенаправленного формирования свойств материалов на основе смесей полимеров.

Нами разработана технология поверхностного легирования фторопласта, которая позволяет сохранить деформационно-прочностные свойства матрицы с одновременным увеличением износостойкости в зоне трения. Технология поверхностного легирования фторопласта заключается в создании полимер-полимерной смеси состава фторопласт-полигетероарилен и фторопласт-полувзаимопроникающая сетка (на основе полигетероариленов) в зоне рабочего контакта. Для этой системы, несмотря на термодинамическую несовместимость данных компонентов, характерно образование на границе раздела переходного слоя в результате диффузионных процессов. Наличие граничного слоя обуславливает адгезионное взаимодействие между компонентами смеси, что является важным фактором фрикционного и механического упрочнения полимер-полимерной композиции. В работе представлены результаты исследований физико-механических и триботехнических характеристик композиций фторопласт-полигетероарилены и фторопласт-полувзаимопроникающая сетка, а также приведены структуры композиционных материалов.

РАЗРАБОТКА ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА И УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН

Т.С. Ючюгяева, А.А. Охлопкова

Институт неметаллических материалов СО РАН, Якутск

Расширение сферы применения композиционных термопластичных материалов обусловлено возможностью получения композиций со свойствами, которые позволяют повысить ресурс работы антифрикционных материалов.

Наиболее полно отвечающим требованиям современного машиностроения полимером является политетрафторэтилен (ПТФЭ), существенный недостаток которого - малая износостойкость. В связи с этим при разработке материалов из ПТФЭ использована технология совмещения компонентов ПКМ, включающая стадию предварительной механоактивации углеродных волокон (УВ) в планетарной мельнице, а также использование адгезивов органической и неорганической природы.

Введение ультрадисперсных соединений, в том числе керамики (УК) и органического олигомера Флуорекса неоднозначно изменяет эксплуатационные свойства ПКМ. Показано, что одновременное введение УВ и УК или олигомера позволяет повысить износостойкость материала в 100-500 раз при относительном сохранении деформационно-прочностных свойств. Для объяснения подобных изменений композиционных материалов применен метод электронной микроскопии. ПТФЭ характеризуется ленточной структурой, которая при введении наполнителей

трансформируется в образования сферолитного характера. Анализ результатов показал, что лучшими свойствами обладают композиционные материалы, характеризующиеся более упорядоченной структурой.

Таким образом, в данной работе выявлены технологические аспекты введения УВ в ПТФЭ, включающие механоактивирование и использование олигомерных адгезивов, позволившие разработать рецептуры материалов триботехнического назначения, характеризующиеся улучшенным комплексом служебных свойств для техники и технологического оборудования, эксплуатируемых в условиях холодного климата.

СПИСОК УЧАСТНИКОВ

АЛЛАЯРОВ Садулла Реймович

Институт проблем химической
физики РАН

142432 Черноголовка

Московской области

Тел.: (096) 515-54-20

Факс: (096) 515-54-20

E-mail: sadush@icp.ac.ru

АЮРОВА Оксана Жамбиевна

Восточносибирский государственный
университет

ул. Ключевская, 40

670013 Улан-Удэ

Тел.: (301 2) 33-37-06

E-mail: biohim@esstu.ru

БЕЛЬТЮКОВ Владимир

Леонидович

ОАО "Кирово-Чепецкий химический
комбинат имени Б.П. Константинова"

пер. Пожарный, 7

613040 Кирово-Чепецк

Кировской области

Тел.: (833 61) 9-49-57

E-mail: lab3@kckk.ru

БИРЮКОВА Елена Ивановна

Иркутский институт химии

им. А.Е. Фаворского СО РАН

ул. Фаворского, 1

664033 Иркутск

Тел.: (395 2) 42-63-45

E-mail: bir@irioch.irk.ru

БОЙКОВ А.В.

Восточно-Сибирский институт МВД
России

ул. Лермонтова, 110

664074, Иркутск

E-mail: sypol@irioch.irk.ru

БУЗНИК Вячеслав Михайлович

Институт катализа

им. Г.К. Борескова СО РАН

пр. Акад. Лаврентьева, 5

630090 Новосибирск

Тел.: (383 2) 30-49-83

Факс: (383 2) 34-30-56

E-mail: bouzник@ngs.ru

ВАСНЕЦОВА Ольга Алексеевна

Московская медицинская

академия им. И.М. Сеченова

Грохольский пер., 30, корп.1

129090 Москва

Тел.: (095) 280-08-87

Факс: (095) 280-08-87

E-mail: vasnetsova@mtu-net.ru

ГАВРИЛОВА Галина Михайловна

Иркутский институт химии

им. А.Е. Фаворского СО РАН

ул. Фаворского, 1

664033 Иркутск

Тел.: (395 2) 42-63-45

E-mail: bir@irioch.irk.ru

ГОРБАНЬ А.В.

Иркутский институт химии
им. А.Е. Фаворского СО РАН
ул. Фаворского, 1
664033 Иркутск
Тел.: (395 2) 51-14-31
Факс: (395-2) 39-60-46
E-mail: admin@iriioch.irk.ru

ГРАКОВИЧ Петр Николаевич

Институт механики
металлополимерных систем
им. В.А. Белого НАН Беларуси
ул. Кирова, 32А
246050 Гомель
Тел.: +8-10-(375-232) 77-46-33
Факс: +8-10-(375-232) 77-52-12
E-mail: otdel_9@hotmail.com

ГУБИН Сергей Павлович

Институт общей и
неорганической химии
им. Н.С. Курнакова РАН
Ленинский пр., 31
119991 ГСП-1, Москва
Тел.: (095) 954-71-36
Факс: (095) 954-71-36
E-mail: korobovigic@yandex.ru

ГУЗЕЕВ Виталий Васильевич

Институт физики прочности и
материаловедения СО РАН
пр. Академический 2/1
634021 Томск
Тел.: (382 2) 28-68-91
Факс: (382 2) 77-95-29
E-mail: guzeev@ssti.ru

ЕРМАКОВА Тамара Георгиевна

Иркутский институт химии
им. А.Е. Фаворского СО РАН
ул. Фаворского, 1
664033 Иркутск
Тел.: (395 2) 42-65-11
E-mail: sypol@iriioch.irk.ru

ЗАЙЦЕВ Сергей Дмитриевич

Нижегородский государственный
университет им. Н.И. Лобачевского
пр. Гагарина, 23
603950 Нижний Новгород
Тел.: (+7 8312) 65-79-23
Факс: (+7 8312) 65-85-92
E-mail: semchikov@ichem.unn.runnet.ru

ЗАМУЛИНА Татьяна

Владимировна
Институт катализа
им. Г.К. Борескова СО РАН
пр. Акад. Лаврентьева, 5
630090 Новосибирск
Тел.: (383 2) 34-12-97
Факс: (383 2) 34-12-97
E-mail: zam@catalysis.nsk.su

ИВАНОВ Михаил Григорьевич

Уральский государственный
технический университет
ул. Комсомольская, 70А
620078 Екатеринбург
Тел.: (343 2) 75-45-68
Факс: (343 2) 75-45-68
E-mail: mig@htf.ustu.ru

ИВАНОВА Людмила Михайловна
ОАО "Галоген"
ул. Ласьвинская, 98
614113 Пермь
Тел.: (342 2) 50-62-82
Факс: (342 2) 55-20-38/55-21-33
E-mail: clo@permonline.ru

ИГНАТЬЕВА Лидия Николаевна
Институт химии ДВО РАН
пр. 100-летия Владивостока, 159
690022 Владивосток-22
Тел.: (423 2) 31-18-89
E-mail: chemi@online.ru

ИЛЬИН Алексей Николаевич
ОАО "Галоген"
ул. Ласьвинская, 98
614113 Пермь
Тел.: (342 2) 50-61-83
E-mail: lexam@mail.ru

КОНОВАЛЕНКО Вадим Витальевич
ОАО "Пластполимер"
пр. Полостровский, 32
195197 Санкт-Петербург
Тел.: (812) 140-73-04
Факс: (812) 540-30-01
E-mail: cic@VK8507.spb.edu

**КОРНОПОЛЬЦЕВ Василий
Николаевич**
Байкальский институт
природопользования СО РАН
ул. Сахьяновой, 6
670047 Улан-Удэ
Тел.: (301 2) 43-38-45
Факс: (301 2) 43-47-53
E-mail: polymer@binm.baikal.net

**КОРНОПОЛЬЦЕВ Николай
Васильевич**
Байкальский институт
природопользования СО РАН
ул. Сахьяновой, 6
670047 Улан-Удэ
Тел.: (301 2) 43-38-45
Факс: (301 2) 43-47-53
E-mail: polymer@binm.baikal.net

**КОТЕНКО Александр
Александрович**
ИВЭПТ, РНЦ "Курчатовский
институт"
пл. Курчатова, 1
123182 Москва,
Тел.: (095) 196-73-14
Факс: (095) 196-73-14
E-mail: alex@hepti.kiae.ru

КУЗНЕЦОВА Надежда Петровна
Иркутский институт химии
им. А.Е. Фаворского СО РАН
ул. Фаворского, 1
664033 Иркутск
Тел.: (395 2) 42-65-11
Факс: (395 2) 51-06-32
E-mail: sypol@iriocch.irk.ru

ЛЕБЕДЕВ Сергей Борисович
ОАО "Галоген"
ул. Ласьвинская, 98
614113 Пермь
Тел.: (3422) 50-62-82
Факс: (3422) 55-20-38/55-21-33
E-mail: clo@permonline.ru

ЛЕНСКАЯ Елена Валерьевна
Байкальский институт
природопользования СО РАН
ул. Сахьяновой, 6
670047 Улан-Удэ
Тел.: (301 2) 43-34-23
Факс: (301 2) 43-42-59
E-mail: polymer@binm.baikal.net

ЛОМОВСКИЙ Олег Иванович
Институт химии твердого тела
и механохимии СО РАН
ул. Кутателадзе, 18
630128 Новосибирск
Тел.: (3832) 32-06-57/32-28-47
Факс: (3832) 32-06-57/32-28-47
E-mail: lomov@solid.nsc.ru

МАЙБОРОДА В.П.
Восточно-Сибирский институт МВД
России
ул. Лермонтова, 110
664074, Иркутск
E-mail: sypol@iriioch.irk.ru

МАКАРОВА Елена Михайловна
ОАО "Кирово-Чепецкий химический
комбинат имени Б.П. Константинова"
пер. Пожарный, 7
613040 Кирово-Чепецк
Кировской области
Тел.: (336 1) 9-49-57
Факс: (336 1) 9-49-57
E-mail: alexandrov@ihthe.uran.ru

МАМЫЛОВ Сергей Геннадьевич
Институт химии твердого тела
и механохимии СО РАН
ул. Кутателадзе, 18
630128 Новосибирск
Тел.: (383 2) 32-06-57
Факс: (383 2) 32-06-57
E-mail: mamylov@solid.nsc.ru

**МАНКОНРЕНКОВ Юрий
Александрович**
Институт химических наук МОН РК
ул. Уалиханова, 106
480100 Алматы
Тел.: (327 2) 91-76-20
E-mail: ics_rk@hotmail.com

МИХАЙЛОВ Альфа Иванович
Институт проблем химической
физики РАН
142432 Черноголовка
Московской области
Тел.: (096) 522-18-69
Факс: (096) 515-54-20
E-mail: alfaim@icp.ac.ru

МОГНОНОВ Дмитрий Маркович
Байкальский институт
природопользования СО РАН
ул. Сахьяновой, 6
670047 Улан-Удэ
Тел.: (301 2) 43-34-23
Факс: (301 2) 43-42-59
E-mail: dmog@binm.baikal.net

НОВИКОВ Олег Николаевич
Иркутский государственный
университет
664075 Иркутск, а/я 3828
Тел.: (395 2) 24-72-06/51-25-85
Факс: (395 2) 24-72-06
E-mail: ecology_group@irk.ru

ОСТРЕП Семен Григорьевич
ОАО "Галоген"
ул. Ласьвинская, 98
614113 Пермь
Тел.: (342 2) 50-62-82
Факс: (342 2) 55-20-38/55-21-33
E-mail: clo@permonline.ru

**ОХЛОПКОВА Айталина
Алексеевна**
Институт неметаллических
материалов СО РАН
ул. Автодорожная, 20
677007 Якутск
Тел.: (411 2) 25-72-93
E-mail: aitalina@inbox.ru

ПЕТРОВА Павлина Николаевна
Институт неметаллических
материалов СО РАН
ул. Автодорожная, 20
677007 Якутск
Тел.: (411 2) 25-72-93
E-mail: aitalina@inbox.ru

ПЕТРОВА Татьяна Лукинична
ИНУС при ИГУ
ул. К. Маркса, 1
664003 Иркутск
Тел.: (395 2) 42-67-11
E-mail: kizhnyaev@chem.isu.ru

ПЛАТОНОВ Вячеслав Евдокимович
Институт органической химии
им. Н.Н. Ворожцова СО РАН
пр. акад. Лаврентьева, 9
630090 Новосибирск
Тел.: (383-2) 34-44-37
Факс: (383-2) 34-47-52
E-mail: platonov@nioch.nsc.ru

ПОПОВ Савва Николаевич
Институт неметаллических
материалов СО РАН
ул. Автодорожная, 20
677007 Якутск
Тел.: (411 2) 25-72-93
E-mail: inm@ysn.ru

**ПУГАЧЕВ Аркадий
Константинович**
ОАО "Пластполимер"
пр. Полостровский, 32
195197 Санкт-Петербург
Тел.: (812) 140-73-04
Факс: (812) 540-30-01
E-mail: cic@VK8507.spb.edu

РОГОВ Виталий Евдокимович
Байкальский институт
природопользования СО РАН
ул. Сахьяновой, 6
970047 Улан-Удэ
Тел.: (301 2) 43-41-15
Факс: (301 2) 43-47-53
E-mail: polymer@binm.baikal.net

РОМАШИН Олег Петрович
ФГУП НИИ "Синтез" с КБ
ул. Угрешская, 2
115088 Москва
Тел.: (095) 926-31-97
Факс: (095) 926-45-33
E-mail: romashin@hotmail.ru

САЛДИН Виталий Иванович
Институт химии ДВО РАН
пр. 100-летия Владивостока, 159
690022 Владивосток-22
Тел.: (4232) 31-37-99
E-mail: sald@ich.dvo.ru

СЕЛЮТИН Геннадий Егорович
Институт химии и химической
технологии СО РАН
ул. Маркса, 42
660049 Красноярск
Тел.: (391 2) 23-78-80/27-54-85
Факс: (391 2) 23-78-80/27-54-85
E-mail: sgend@krsk.info

СОКОЛОВСКАЯ Яна
Александровна
ПКО ОО «Реплайт»
613044 Кирово-Чепецк, а/я 1288
Тел. (336 1) 25-221
Факс (336 1) 25-221
E-mail: andrewT@beep.ru

СОЛОВЬЕВ Л.А.
Институт химии и химической
технологии СО РАН
ул. К. Маркса, 42
660049 Красноярск
Тел.: (391-2) 27-38-31
Факс: (391-2) 23-86-58
E-mail: chem@krsk.info

СПИРИДОНОВ Алексей
Алексеевич
Институт катализа
им. Г.К. Борескова СО РАН
пр. акад. Лаврентьева, 5
630090 Новосибирск
Тел.: (3832)39-73-09
Факс: (3832) 34-50-36
E-mail: pub@catalysis.nsk.su

СТАРЦЕВА Людмила Яковлевна
Институт катализа
им. Г.К. Борескова СО РАН
пр. акад. Лаврентьева, 5
630090 Новосибирск
Тел.: (383 2) 34-12-97
Факс: (383 2) 34-12-97
E-mail: star@catalysis.nsk.su

УВАРОВ Николай Фавстович
Институт химии твердого тела
и механохимии СО РАН
ул. Кутателадзе, 18
630128 Новосибирск
Тел.: (383 2) 32-56-45
Факс: (383 2) 32-28-47
E-mail: uvarov@solid.nsc.ru

ФРОЛОВА Наталья Ивановна
ОАО "Кирово-Чепецкий химический
комбинат имени Б.П. Константинова"
пер. Пожарный, 7
613040 Кирово-Чепецк,
Кировской обл.
Тел.: (833-61) 9-49-57
E-mail: lab3@kckkk.ru

ФУРИН Георгий Георгиевич
Новосибирский институт органической
химии им. Н.Н. Ворожцова СО РАН
пр. акад. Лаврентьева, 9
630090 Новосибирск
Тел.: (383 2) 34-47-47
Факс: (383 2) 34-47-52
E-mail: furin@niocn.nsc.ru

**ХАЛИУЛЛИН Алексей
Калимуллович**
Иркутский институт химии
им. А.Е. Фаворского СО РАН
ул. Фаворского, 1
664033 Иркутск
Тел.: (395 2) 42-65-11
Факс: (395 2) 41-91-46
E-mail: sypol@iriocn.irk.ru

ХАРИТОНОВ Александр Павлович
Филиал Института энергетических
проблем РАН
142432 Черногловка
Московской области
Тел.: (902) 680-16-45/680-35-73
Факс: (902) 680-16-45/680-35-73
E-mail: khariton@binep.ac.ru

ХАРИТОНОВА Лариса Николаевна
Филиал Института энергетических
проблем РАН
142432 Черногловка
Московской области
Тел.: (902) 680-16-45/680-35-73
Факс: (902) 680-16-45/680-35-73
E-mail: khariton@binep.ac.ru

**ЦВЕТНИКОВ Александр
Константинович**
Институт химии ДВО РАН
пр. 100-летия Владивостока, 159
690022 Владивосток
Тел.: (423 2) 31-37-99
E-mail: tsvetnikov@ich.dvo.ru

ШИЦ Елена Юрьевна
Институт неметаллических
материалов СО РАН
ул. Автоторожная, 20
677007 Якутск
Тел.: (411 2) 25-72-93/25-73-33
Факс: (411 2) 25-72-93/25-73-33
E-mail: eyurevna68@mail.ru

ЮЧЮГЯЕВА Татьяна Семеновна
Институт неметаллических
материалов СО РАН
ул. Автоторожная, 20
677007 Якутск
Тел.: (411 2) 25-72-93
E-mail: ychugaieva@rambler.ru

СОДЕРЖАНИЕ

НАУЧНАЯ ПРОГРАММА	3
КЛЮЧЕВЫЕ ЛЕКЦИИ	
КЛ-1 Коноваленко В.В. ФТОРПОЛИМЕРЫ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ. РАЗРАБОТКА, ПРОИЗВОДСТВО, ПОТРЕБЛЕНИЕ. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ	25
КЛ-2 Ольхов Ю.А., Аллаяров С.Р., Коновалихин С.В., Чернышева Т.Е. ВЛИЯНИЕ ГАММА-РАДИАЦИИ НА МОЛЕКУЛЯРНО-ТОПОЛОГИЧЕСКУЮ СТРУКТУРУ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА	27
КЛ-3 Пугачев А.К. НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ХИМИЧЕСКОЙ И ФИЗИЧЕСКОЙ МОДИФИКАЦИИ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА	29
КЛ-4 Фурин Г.Г. НОВЫЕ ПОДХОДЫ К СИНТЕЗУ МОНОМЕРОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ФТОРПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ	31
КЛ-5 Харитонов А.П., Пивень Н.П., Taeye R., Fertier G. КИНЕТИКА И МЕХАНИЗМ ПРЯМОГО ФТОРИРОВАНИЯ ПОЛИЭТИЛЕНОВ	33

УСТНЫЕ ДОКЛАДЫ

- УД-1 Аллаяров С.Р., Смирнов Ю.Н., Ольхов Ю.А.,
Барелко В.В., Белов Г.П.
РАДИАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
ПОДХОД К УЛУЧШЕНИЮ ХАРАКТЕРИСТИК
ФТОРПОЛИМЕР СОДЕРЖАЩИХ
КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ 37
- УД-2 Аллаяров С.Р., Чернышева Т.Е., Ольхов Ю.А.,
Никольский В.Г.
ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИОЛИЗА
ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА С ЦЕЛЬЮ
РАЗРАБОТКИ НОВОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
ПОДХОДА К ЕГО УТИЛИЗАЦИИ 39
- УД-3 Бузник В.М., Курявый В.Г., Кухтецкий С.В.
НАУЧНЫЕ И ХУДОЖЕСТВЕННЫЕ ЛИКИ
ФОРУМА® 41
- УД-4 Васнецова О.А.
ОПЫТ РАЗРАБОТКИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ
ПОЛИМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ
ФТОРОРГАНИЧЕСКИХ ПОЛИМЕРОВ 43
- УД-5 Гракович П.Н., Иванов Л.Ф., Рябченко И.Л.,
Толстопятов Е.М.
ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ
ВОЛОКНИСТО-ПОРИСТОГО
ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА «ГРИФТЕКС» 45
- УД-6 Гракович П.Н., Шелестова В.А.,
Серафимович В.В.
КОМПОЗИТЫ «ФЛУВИС» НА ОСНОВЕ
ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА И
МОДИФИЦИРОВАННЫХ УГЛЕВОЛОКОН 47

- УД-7 Игнатъева Л.Н., Козлова С.Г., Бузник В.М.
 КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
 КОНФОРМЕРОВ: C_nF_{2n+2} , C_nF_{2n} и C_nF_{2n} и $C_nF_{2n}O$.
 СТРОЕНИЕ, ИК-СПЕКТРЫ 49
- УД-8 Губин С.П., Коробов М.С., Юрков Г.Ю.,
 Бузник В.М., Цветников А.К.
 МЕТАЛЛСОДЕРЖАЩИЕ НАНОЧАСТИЦЫ,
 СТАБИЛИЗИРОВАННЫЕ МАТРИЦЕЙ
 УЛЬТРАДИСПЕРСНОГО
 ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА 51
- УД-9 Гузеев В.В.
 РАЗРАБОТКА НОВЫХ ПОЛИМЕРНЫХ
 МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ УЗЛОВ ТРЕНИЯ
 НЕФТЯНЫХ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ 53
- УД-10 Котенко А.А., Новикова М.Д., Амирханов Д.М.,
 Захаров В.Ю.
 ПРИМЕНЕНИЕ МЕМБРАННОГО МЕТОДА В
 ПРОИЗВОДСТВЕ ТЕТРАФТОЭТИЛЕНА 55
- УД-11 Ломовский О.И., Дудина Д.В., Политов А.А.,
 Бузник В.М.
 УЛЬТРАДИСПЕРСНЫЙ
 ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕН В
 МЕХАНОХИМИЧЕСКОМ ПОЛУЧЕНИИ
 МИКРО- И НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ
 МЕТАЛЛСОДЕРЖАЩИХ КОМПОЗИТНЫХ
 МАТЕРИАЛОВ 57
- УД-12 Марконренков Ю.А., Самбетбаева А.К.,
 Невский А.В.
 ФТОРУСТОЙЧИВЫЕ СТЕКЛООБРАЗНЫЕ
 КОМПОЗИЦИИ 59
- УД-13 Охлопкова А.А., Попов С.Н., Авакумов Е.Г.
 ФТОРПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИИ
 ТРИБОТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ 61

УД-14	Петрова Т.Л., Кижняев В.Н., Кашевский А.В., Смирнов А.И. ПОЛИМЕРНЫЕ СЕЛЕКТИВНЫЕ МЕМБРАНЫ НА ОСНОВЕ ФТОР- И АЗОТСОДЕРЖАЩИХ МОНОМЕРОВ	63
УД-15	Платонов В.Е. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФТОРОПЛАСТА-4 В ТЕРМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЯХ	65
УД-16	Попов С.Н. КОНСТРУКЦИИ ФТОРОПЛАСТОВЫХ РАДИАЛЬНЫХ УПЛОТНЕНИЙ	66
УД-17	Ромашин О.П., Мазанко А.Ф. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФТОРПОЛИМЕРОВ В ПРОЦЕССАХ ПОЛУЧЕНИЯ ХЛОРА И ЩЕЛОЧЕЙ	68
УД-18	Зайцев С.Д., Семчиков Ю.Д., Бочкарев М.Н., Ханов Е.Н., Захарова О.Г. ФУНКЦИОНАЛИЗАЦИЯ СВЕРХРАЗВЕТВЛЕННОГО ПЕРФТОРИРОВАННОГО ПОЛИФЕНИЛЕНГЕРМАНА	70
УД-19	Салдин В.И., Цветников А.К., Бузник В.М., Игнатъева Л.Н., Курявый В.Г., Карпенко А.А. СИНТЕЗ, СТРОЕНИЕ И СВОЙСТВА ЛИОФИЛЬНОГО УЛЬТРАДИСПЕРСНОГО ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА	72
УД-20	Уваров Н.Ф., Бузник В.М. ВЛИЯНИЕ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА НА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТВЕРДЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ	74

- УД-21 Харитонов А.П., Харитонов Л.Н.,
 Москвин Ю.Л., Тепляков В.В., Сырцова Д.А.,
 Koops G.H., Kemperman A.J.B., Singh R.P.
 УЛУЧШЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ СВОЙСТВ
 ПОЛИМЕРНЫХ ИЗДЕЛИЙ ПРЯМЫМ
 ФТОРИРОВАНИЕМ И
 ПРЯМЫМ ФТОРИРОВАНИЕМ
 В СОЧЕТАНИИ С ПРИВИВКОЙ 76
- УД-22 Цветников А.К., Бузник В.М.
 ФОРУМ®. СИНТЕЗ, МОДИФИКАЦИЯ,
 ПРОИЗВОДСТВО, РЕЗУЛЬТАТЫ
 ИСПЫТАНИЙ И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ 78
- УД-23 Шиц Е.Ю., Охлопкова А.А., Адрианова О.А.
 КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ
 НА ОСНОВЕ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА И
 ПОРОШКОВ ПРИРОДНЫХ АЛМАЗОВ,
 ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ПРОЦЕССАХ АБРАЗИВНОЙ
 ОБРАБОТКИ 80

СООБЩЕНИЯ

- СО-2 Бирюкова Е.И., Амосова С.В., Гаврилова Г.М.,
 Живетьева С.А.
 ПОЛИМЕРИЗАЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ
 ДВИНИЛТИОПРОИЗВОДНЫХ
 ТЕТРАФТОРБЕНЗОЛОВ 85
- СО-3 Бузник В.М., Габуда С.П., Игнатьева Л.Н.,
 Козлова С.Г.
 СТРОЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО
 ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА
 ПО ДАННЫМ DTF РАСЧЕТОВ И
 СПЕКТРОСКОПИИ ЯМР 87

- СО-4 Бузник В.М., Карташев А.В., Кухлевская Т.С.,
Семянников П.П., Цветников А.К.
ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛОВЫХ СВОЙСТВ И
ТЕРМОРАЗЛОЖЕНИЯ УЛЬТРАДИСПЕРСНОГО
ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА 89
- СО-5 Бузник В.М., Кирик С.Д., Плясова Л.М.,
Соловьев Л.А., Цветников А.К.
ИССЛЕДОВАНИЕ СТРОЕНИЯ
ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА МЕТОДОМ
ПОРОШКОВОЙ РЕНТГЕНОВСКОЙ
ДИФФРАКТОМЕТРИИ 91
- СО-6 Бузник В.М., Кригер Ю.Г., Ольшевски М.А.,
Семенов А.Р., Сергеев Н.А.
ЯМР-РЕЛАКСАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
МОЛЕКУЛЯРНОГО ДВИЖЕНИЯ В
ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНЕ 93
- СО-7 Гавриленко Т.П., Куркин В.М., Острер С.Г.,
Ульяницкий В.Ю.
ТЕХНОЛОГИЯ ДЕТОНАЦИОННОГО
НАПЫЛЕНИЯ РАСШИРЯЕТ АССОРТИМЕНТ
ПРОДУКЦИИ ИЗ ФТОРОПЛАСТА 95
- СО-8 Галлямов М.О., Хохлов А.Р., Бузник В.М.,
Цветников А.К.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДИКИ
СВЕРХКРИТИЧЕСКОГО CO₂ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ
НАНОПОКРЫТИЙ
ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНОМ
И КАПСУЛИРОВАНИЯ ПАРАФИНОВ 97
- СО-9 Гильман А.Б., Шифрина Р.Р., Потапов В.К.,
Дворникова К.В., Платонов В.Е.
О ПОЛИМЕРИЗАЦИИ ПОЛИФТОРАРЕНОВ
ПОД ДЕЙСТВИЕМ ТЛЕЮЩЕГО РАЗРЯДА 99

- СО-10 Горбань А.В., Татарова Л.А., Салауров В.Н.,
Халиуллин А.К.
ФТОРЗАМЕЩЕННЫЕ
ПОЛИФЕНИЛЕНСУЛЬФИДЫ 101
- СО-11 Ермакова Т.Г., Кузнецова Н.П.
ВЫСОКО ГИДРОФИЛЬНЫЕ СОПОЛИМЕРЫ С
ФТОРАЛКИЛМЕТАКРИЛАТАМИ –
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ
ОФТАЛЬМОЛОГИИ 103
- СО-12 Иванов М.Г., Харламов В.В., Бузник В.М.,
Цветников А.К., Иванов Д.М.
ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА
СМАЗОЧНОГО МАТЕРИАЛА,
МОДИФИЦИРОВАННОГО
ЛЬТРАДИСПЕРСНЫМИ АЛМАЗАМИ,
СОДЕРЖАЩЕГО ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕН 105
- СО-13 Игнатъева Л.Н., Цветников А.К., Салдин В.И.,
Бузник В.М.
СПЕКТРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
СТРОЕНИЯ И НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВ
УЛЬТРАДИСПЕРСНОГО
ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА 107
- СО-14 Ильин А.Н., Бахмутов Ю.Л., Ильин А.А.,
Иванова Л.М.
СИНТЕЗ МАЛЕИНОВЫХ ЭФИРОВ НА ОСНОВЕ
ПОЛИФТОРИРОВАННЫХ
СПИРТОВ-ТЕЛОМЕРОВ 109
- СО-15 Корнопольцев Н.В., Корнопольцев В.Н.
КОРРОЗИОННОСТОЙКИЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ
ПРЕСС-ФОРМ ГОРЯЧЕГО ПРЕССОВАНИЯ
ФТОРОПЛАСТА-4 111

- СО-16 Корнопольцев В.Н., Рогов В.Е.
ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СВИНЦОВОГО
ПОРОШКА В КАЧЕСТВЕ НАПОЛНИТЕЛЯ ВО
ФТОРОПЛАСТОВЫХ КОМПОЗИЦИЯХ 113
- СО-17 Курявый В.Г., Бузник В.М., Цветников А.К.
МОРФОЛОГИЯ И ИЕРАРХИЧЕСКАЯ СХЕМА
ОРГАНИЗАЦИИ УЛЬТРАДИСПЕРСНОГО
ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА И ПРОДУКТОВ
ЕГО ПИРОЛИЗА 115
- СО-18 Майборода В.П., Бойков А.В., Егоров А.Н.
ИССЛЕДОВАНИЕ ОГНЕСТОЙКОСТИ ПОЛИМЕР-
ДРЕВЕСНЫХ КОМПОЗИЦИЙ 117
- СО-19 Мамылов С.Г., Ломовский О.И., Бузник В.М.
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ТВЕРДЫХ
АНТИФРИКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ,
СОДЕРЖАЩИХ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕН 119
- СО-20 Михайлов А.И., Кузина С.И., Шилова И.А.,
Демидов С.В., Щербань А.Н.
ГЕНЕРАЦИЯ СВОБОДНЫХ РАДИКАЛОВ
ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ В
МНОГОЦЕНТРОВЫХ СИНХРОННЫХ
РЕАКЦИЯХ ГАЛОГЕНИРОВАНИЯ 121
- СО-21 Новиков О.Н., Новикова О.А.
ВЫДЕЛЕНИЕ БРОМА И ЙОДА ИЗ РАССОЛОВ
НА ПОЛИМЕРНЫХ СОРБЕНТАХ 123
- СО-22 Острер С.Г.
ПРОВОДА НАГРЕВАТЕЛЬНЫЕ «ТЕФОСТ» 125
- СО-23 Охлопкова А.А., Петрова П.Н., Ючюгяева Т.С.
ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ
ИЗНАШИВАНИЯ ПТФЭ, НАПОЛНЕННОГО
ПРИРОДНЫМИ ЦЕОЛИТАМИ 126

- СО-24 Селютин Г.Е., Ворошилов В.А.
 ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА
 В ПАРАХ ТРЕНИЯ СТАЛЬ-РЕЗИНА 128
- СО-25 Трофимова К.С., Горбань А.В., Татарова Л.А.
 СОПОЛИМЕРЫ ПЕНТАХЛОРФЕНОЛА И
 ПОЛИХЛОРАРЕНОВ С СУЛЬФИДОМ НАТРИЯ 130
- СО-26 Халиуллин А.К., Салауров В.Н., Егоров А.Н.
 ОГНЕЗАЩИТНЫЙ ЭФФЕКТ МИНЕРАЛЬНЫХ
 НАПОЛНИТЕЛЕЙ В
 ПОЛИВИНИЛХЛОРИДНЫХ ПЛАСТИЗОЛЯХ 132
- СО-27 Халиуллин А.К., Салауров В.Н., Раскулова Т.В.,
 Егоров А.Н., Огибалова Т.А.
 НОВЫЕ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДНЫЕ
 МАТЕРИАЛЫ 134
- СООБЩЕНИЯ. СЕКЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ**
- СО-1М Аюрова О.Ж., Максанова Л.А.,
 Стариченко В.Ф., Бодоев Н.В., Могнонов Д.М.
 ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ
 МЕТАЛЛАРОМАТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ,
 ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ОТХОДОВ ОБРАБОТКИ
 ФТОРОПЛАСТОВ 137
- СО-2М Корнопольцев В.Н., Могнонов Д.М.,
 Корнопольцев Н.В., Рогов В.Е.
 ПОДБОР НАПОЛНИТЕЛЯ ДЛЯ
 АНТИФРИКЦИОННОГО ЛИСТОВОГО
 МЕТАЛЛОФТОРОПЛАСТОВОГО
 МАТЕРИАЛА 140
- Корнопольцев В.Н., Могнонов Д.М., Рогов В.Е.
 НОВЫЙ ЛИСТОВОЙ
 МЕТАЛЛОФТОРОПЛАСТОВЫЙ МАТЕРИАЛ 142

Корнопольцев В.Н., Корнопольцев Н.В., Рогов В.Е. ПОЛУЧЕНИЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗАГОТОВОК С ЗАДАННЫМИ РАЗМЕРАМИ ИЗ ФТОРОПЛАСТА-4	144
СО-3М Ленская Е.В., Рогов В.Е. ПОЛИМЕР-ПОЛИМЕРНЫЕ СМЕСИ НА ОСНОВЕ ФТОРОПЛАСТА-4	146
СО-4М Ючюгяева Т.С., Охлопкова А.А. РАЗРАБОТКА ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА И УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН	148
СПИСОК УЧАСТНИКОВ	151
СОДЕРЖАНИЕ	159

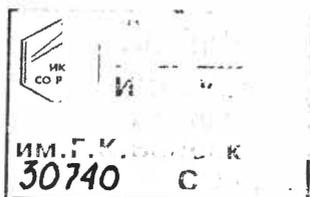


Семинар
**Фторполимерные материалы:
фундаментальные, прикладные
и производственные аспекты**

Сборник тезисов докладов
Под редакцией академика В.М. Бузника

Составители:

Е.В. Ленская
Л.Я. Старцева
Е.Л. Михайленко



Подписано в печать 18.07.03
Тираж 100

Печ.л. 11
Бумага офсетная

Формат 60x84/16
Заказ № 132

Отпечатано на полиграфическом участке издательского отдела
Института катализа им. Г.К. Борескова СО РАН
Просп. Академика Лаврентьева, 5, 630090, Новосибирск