

## ХИМИЯ В ИНТЕРЕСАХ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

**Главный редактор:** академик РАН Николай Захарович Ляхов, Институт химии твердого тела и механохимии Сибирского отделения РАН, ул. Кутателадзе, 18, Новосибирск 630128.

Тел.: 8(383)3328683. Факс: 8(383)3322847. E-mail: [lyakhov@solid.nsk.su](mailto:lyakhov@solid.nsk.su)

**Ответственный секретарь:** Светлана Васильевна Леонова, Издательство Сибирского отделения РАН, Морской проспект, 2, Новосибирск 630090.

Тел.: 8(383)3300570. Факс: 8(383)3333755. E-mail: [csd@ad-sbras.nsc.ru](mailto:csd@ad-sbras.nsc.ru)

### Редакционная коллегия

**Л. К. Алтунина**, д-р техн. наук, Институт химии нефти СО РАН, Томск.

**Г. Н. Аношин**, д-р геол.-мин. наук, Институт геологии и минералогии СО РАН, Новосибирск.

**Н. М. Бажин**, д-р хим. наук, Институт химической кинетики и горения СО РАН, Новосибирск.

**В. М. Бузник**, академик РАН, Институт металлургии и материаловедения им. А. А. Байкова, Москва.

**Р. А. Буянов**, чл.-кор. РАН, Институт катализа им. Г. К. Борескова СО РАН, Новосибирск.

**З. Р. Исмагилов** (заместитель главного редактора), чл.-кор. РАН, Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, Кемерово.

**В. Е. Карасев**, д-р хим. наук, Институт химии ДВО РАН, Владивосток.

**В. А. Каширцев**, чл.-кор. РАН, Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, Новосибирск.

**К. П. Куценогий**, д-р физ.-мат. наук, Институт химической кинетики и горения СО РАН, Новосибирск.

**С. В. Ларионов**, д-р хим. наук, Институт неорганической химии им. А. В. Николаева СО РАН, Новосибирск.

**И. И. Лиштван**, академик НАН Беларуси, Президиум НАН Беларуси, Минск.

**С. В. Морозов**, канд. хим. наук, Новосибирский институт органической химии им. Н. Н. Ворожцова СО РАН, Новосибирск.

**А. С. Носков**, д-р техн. наук, Институт катализа им. Г. К. Борескова СО РАН, Новосибирск.

**Э. А. Пастухов**, чл.-кор. РАН, Институт металлургии УрО РАН, Екатеринбург.

**Ю. Ф. Патраков**, д-р хим. наук, Институт угля СО РАН, Кемерово.

**Г. Л. Пашков**, чл.-кор. РАН, Институт химии и химической технологии СО РАН, Красноярск.

**Н. Ф. Салахутдинов**, д-р хим. наук, Новосибирский институт органической химии им. Н. Н. Ворожцова СО РАН, Новосибирск.

**В. Н. Сильников**, д-р хим. наук, Институт химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН, Новосибирск.

**В. К. Станкевич**, д-р хим. наук, Иркутский институт химии им. А. Е. Фаворского СО РАН, Иркутск.

**Г. А. Толстиков**, академик РАН, Новосибирский институт органической химии им. Н. Н. Ворожцова СО РАН, Новосибирск.

**В. П. Федин**, чл.-кор. РАН, Институт неорганической химии им. А. В. Николаева СО РАН, Новосибирск.

**Е. Ю. Шиц**, канд. хим. наук, Институт проблем нефти и газа СО РАН, Якутск.

**Ю. М. Юхин**, д-р хим. наук, Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН, Новосибирск.

Научный журнал издается с июня 1993 г. Учредители – Сибирское отделение РАН, Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН, Институт катализа им. Г. К. Борескова СО РАН, Новосибирский институт органической химии им. Н. Н. Ворожцова СО РАН. В журнале публикуются оригинальные научные сообщения и обзоры по химии процессов, представляющих основу принципиально новых технологий, создаваемых в интересах устойчивого развития, или усовершенствования действующих, сохранения природной среды, экономии ресурсов, энергосбережения. Рубрикатор журнала содержит следующие разделы:

- безотходные и малоотходные химические процессы;
- вторичные химические продукты и их использование;
- химия без растворителей;
- энергосбережение в химической промышленности;
- химические методы получения синтетических топлив;
- химия объектов среды обитания человека;
- химические аспекты безопасности, в том числе нанообъектов;
- природные химические индикаторы глобальных изменений окружающей среды;
- химия природных и биологически активных соединений;
- медицинская химия;
- краткие сообщения;
- письма в редакцию;
- научные дискуссии;
- страничка молодого ученого;
- свободная трибуна;
- хроника.

Журнал выходит 6 раз в год на русском и английском (электронная версия) языках.

Оформить подписку на русский вариант журнала можно в агентстве “Роспечать” (подписной индекс в каталоге 73457). Адрес журнала в Internet: [www.sibran.ru](http://www.sibran.ru). Доступ к электронной версии английского варианта (адрес в Internet: [www.sibran.ru/English/csde.htm](http://www.sibran.ru/English/csde.htm)) в 2001–2010 гг. бесплатный.

© Сибирское отделение РАН, 2012

© Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН, 2012

© Институт катализа им. Г. К. Борескова СО РАН, 2012

© Новосибирский институт органической химии им. Н. Н. Ворожцова СО РАН, 2012

## Содержание

Биоразлагаемые синтетические полимеры (обзор)	
А. Г. АЗИЗОВ, М. Д. ИБРАГИМОВА, Л. И. АЛИЕВА	385
Моделирование рентгенодифракционных картин наноструктурированных перовскитов $\text{Sr}(\text{Fe}, \text{Co})\text{O}_{3-\delta}$	
У. В. АНЧАРОВА, С. В. ЧЕРЕПАНОВА, Н. З. ЛЯХОВ	395
Геохимические особенности аэрозольного загрязнения в районе Сибирского химического комбината	
С. Ю. АРТАМОНОВА	405
Особенности загрязнения почв в районе хранилища отходов пиromеталлургического извлечения цинка на Беловском цинковом заводе	
О. Л. ГАСЬКОВА, С. Б. БОРТНИКОВА, В. Г. КАБАННИК, С. П. НОВИКОВА	419
Модифицирование физико-химических свойств $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6+\delta}$ методом механохимии	
Г. А. КОЖИНА, А. В. ФЕТИСОВ, Л. Б. ВЕДМИДЬ, С. Х. ЭСТЕМИРОВА, А. А. БЕЛОЗЕРОВА, В. Б. ФЕТИСОВ, Э. А. ПАСТУХОВ	431
Кинетические характеристики растворения серебра в азотнокислых растворах в присутствии нитрата аммония	
А. Б. ЛЕБЕДЬ, Д. Ю. СКОПИН, Г. И. МАЛЬЦЕВ	437
Комплексная переработка высокофосфористых марганцевых руд Новониколаевского месторождения	
М. В. ПАВЛОВ, В. Ф. ШАБАНОВ, В. Ф. ПАВЛОВ	443
Влияние нанобиокмполита, полученного механохимическим синтезом из неплодовых частей облепихи, на сезонные адаптивные перестройки у джунгарских хомячков	
Д. В. ПЕТРОВСКИЙ, В. В. МАК, А. В. РОМАЩЕНКО, Г. В. КОНЦЕВАЯ, И. Е. КОЛОСОВА, О. И. ЛОМОВСКИЙ, П. ОДОНМАЖИГ, Ж. АМГАЛАН, М. П. МОШКИН	449
Влияние ингибирующей присадки на процесс образования асфальтосмолопарафиновых отложений в высокопарафинистой нефти	
И. В. ПРОЗОРОВА, Г. И. ВОЛКОВА, Е. В. КИРБИЖЕКОВА, Н. В. ЮДИНА, Т. В. ПЕТРЕНКО, Т. Л. НИКОЛАЕВА	457
Кондиционирование холодных маломинерализованных подземных вод	
А. В. СЕЛЮКОВ	465
Получение ароматических альдегидов из отходов производства биобутанола	
В. Е. ТАРАБАНЬКО, К. Л. КАЙГОРОДОВ, Н. В. КОРОПАЧИНСКАЯ, Ю. В. ЧЕЛБИНА, А. А. ИЛЬИН	471
Механохимический синтез гидроксилпатита с $\text{SiO}_4^{4-}$ -замещениями	
М. В. ЧАЙКИНА, Н. В. БУЛИНА, И. Ю. ПРОСАНОВ, А. В. ИЩЕНКО, О. В. МЕДВЕДКО, А. М. АРОНОВ	477
Сульфатированный диоксид циркония в алкилировании орто-крезола камфеном	
С. А. ПОПОВА, И. Ю. ЧУКИЧЕВА, А. В. КУЧИН	491
Изучение и прогнозирование острой токсичности углеводов и их галогенпроизводных с помощью метода QSAR	
О. В. ТИньков, П. Г. ПОЛИЩУК, В. Е. КУЗЬМИН	497
Анализ тенденции мирового развития в рамках глобальной проблематики	
Д. И. МУСТАФИН	503

УДК 641.64:577.15.04

## Биоразлагаемые синтетические полимеры (обзор)

А. Г. АЗИЗОВ, М. Д. ИБРАГИМОВА, Л. И. АЛИЕВА

*Институт нефтехимических процессов им. Ю. Г. Мамедалиева НАН Азербайджана, проспект Ходжалы, 30, Баку AZ 1025 (Азербайджан)**E-mail: leylufer-ipcp@rambler.ru*

(Поступила 18.01.12; после доработки 25.04.12)

### Аннотация

Представлен краткий обзор способов получения синтетических и композиционных полимерных материалов, которые разлагаются под воздействием факторов окружающей среды. Показано преимущество этих материалов по сравнению с “классическими” крупнотоннажными полимерами на нефтяной основе. Указаны основные пути и методы придания полимерным материалам биodeградирующих свойств.

**Ключевые слова:** биodeградация, полимер, биомасса, полилактид, биodeструкция, микроорганизмы, сополимер, полиэфир, поликонденсация, композиции

### ВВЕДЕНИЕ

В связи с ухудшением в мире экологической обстановки термин “биоразлагаемые полимеры” стал неотъемлемой частью “зеленого словаря”. Если раньше идея создания синтетических полимеров заключалась в том, чтобы получающиеся материалы обладали исключительно высокой устойчивостью к воздействию факторов окружающей среды, то сегодня актуальной задачей стала разработка полимерных материалов, которые сохраняют свои свойства только в период эксплуатации. Радикальным решением проблемы загрязнения окружающей среды полимерным мусором (отходами синтетических материалов, используемых в качестве упаковочных и сельскохозяйственных пленок, изделий санитарно-гигиенического назначения и т. д.) может стать создание полимеров, способных подвергаться биodeградации [1–4]. В этом свете особую актуальность и перспективность приобретают разработка и промышленное освоение широкой гаммы биоразлагаемых полимеров, разлагающихся под действием факторов окружающей среды на компоненты,

безвредные для живой и неживой природы: воду, углекислый газ, биомассу и др.

Биоразложение полимерного материала может протекать только при наличии трех основных факторов: соответствующих условий окружающей среды, наличия микроорганизмов, селективно действующих на полимерный материал, и определенной химической структуры синтетического полимерного материала. В противном случае этот процесс как экологическая идея не реализуется.

Анализ литературных источников позволяет выделить два основных направления развития поисковых и прикладных работ в области синтеза и освоения биоразлагаемых пластмасс: синтетических (химических и микробиологических) биоразлагаемых полимеров и композиционных биоразлагаемых материалов [5, 6].

### ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ СИНТЕЗА БИОРАЗЛАГАЕМЫХ ПОЛИМЕРОВ

В последние годы активно развивается производство биоразлагаемых полиэфиров на основе гидроксикарбоновых кислот, что обусловлено их разложением до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  под