

## 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

Способы получения каптакса и улучшение экологии его производства Л. Л. ГОГИН, Е. Г. ЖИЖИНА, З. П. ПАЙ, В. Н. ПАРМОН . . . . .	265
Синтез и биологическая активность производных алкалоида цитизина И. В. КУЛАКОВ, О. А. НУРКЕНОВ . . . . .	275
Получение сверхчистого водорода в реакторах с мембранной сепарацией для топливных элементов (обзор) Б. Н. ЛУКЬЯНОВ . . . . .	291
Отвалы горных выработок Эльконского горста как источники естественных радионуклидов и токсичных элементов С. Ю. АРТАМОНОВА, М. С. МЕЛЬГУНОВ, В. Н. ДЕМЕНТЬЕВ, Л. В. МИРОШНИЧЕНКО . . . . .	305
Получение молекулярного композита на основе политетрафторэтилена и диоксида кремния В. М. БУЗНИК, А. Н. ДЬЯЧЕНКО, А. С. КАНТАЕВ . . . . .	321
Кинетика окислительного дезаминирования препаратами моноаминоксидазы Н. В. ГУРЕЕВА . . . . .	329
Исследование кинетики и равновесия сорбции ионов празеодима (III) природным морденитсодержащим туфом Н. М. КОЖЕВНИКОВА . . . . .	335
Влияние механической активации на кинетику муллитизации кианита Г. Г. ЛЕПЕЗИН, Е. Г. АВВАКУМОВ, Ю. В. СЕРЕТКИН, О. Б. ВИНУКОВА . . . . .	339
Влияние деагломерации Al/AlN на формирование модифицирующего пористого покрытия на полимерных волокнах А. С. ЛОЖКОМОВ, О. В. БАКИНА, Е. А. ГЛАЗКОВА, А. Н. ИВАНОВ, Н. В. СВАРОВСКАЯ, А. Н. СЕРОВА, М. И. ЛЕРНЕР . . . . .	345
Очистка техногенных вод и технологических растворов от ионов тяжелых металлов и мышьяка А. И. МАСЛИЙ, А. Г. БЕЛОБАБА, Г. Р. БОЧКАРЕВ, Г. И. ПУШКАРЕВА, К. А. КОВАЛЕНКО . . . . .	351
Железорудный концентрат для очистки воды от нефти Ю. А. МИРГОРОД, В. М. ФЕДОСЮК, С. Г. ЕМЕЛЬЯНОВ . . . . .	357
Некоторые технологические приемы выделения и очистки рения из жаропрочных сплавов В. А. ШИПАЧЕВ . . . . .	365
Элементный состав листьев древесных растений в условиях техногенного загрязнения Т. А. СУХАРЕВА . . . . .	369
Влияние механической активации на высокотемпературный синтез Fe <sub>3</sub> Al и его каталитические свойства в процессе углекислотной конверсии природного газа Л. И. ЦАПАЛО, Ю. С. НАЙБОРОДЕНКО, Н. Г. КАСАЦКИЙ, Л. А. АРКАТОВА . . . . .	377

УДК 547.789.61

## Способы получения каптакса и улучшение экологии его производства

Л. Л. ГОГИН, Е. Г. ЖИЖИНА, З. П. ПАЙ, В. Н. ПАРМОН

*Институт катализа им. Г. К. Борескова Сибирского отделения РАН,  
проспект Академика Лаврентьева, 5, Новосибирск 630090 (Россия)**E-mail: gogin@catalysis.ru*

(Поступила 12.07.11; после доработки 20.09.11)

### Аннотация

Описаны известные лабораторные и промышленные способы получения одного из важнейших ускорителей вулканизации – каптакса (2-меркаптобензотиазола), – основанные на модификации заместителей в тиазольном кольце и синтезе из нециклических предшественников. К числу последних относятся и основной промышленный способ получения каптакса – опасная с экологической точки зрения реакция между анилином, серой и сероуглеродом. Показана возможность разработки способов получения каптакса без использования сероуглерода, что позволит существенно улучшить экологию этого процесса.

**Ключевые слова:** каптакс, получение, производство

### Оглавление

Введение .....	265
Модификация заместителей в тиазольном кольце .....	266
Синтез тиазольного цикла из предшественников ряда бензола .....	267
Каталитические способы получения каптакса .....	270
Заключение .....	272

### ВВЕДЕНИЕ

Бензотиазолы – одна из важнейших групп ускорителей вулканизации резин. Так, согласно данным [1], в 1990 г. производство бензотиазолов в США составило 25.4 тыс. т, или около 80 % объема всех ускорителей вулканизации. В России в 2005 г. объемы производства ускорителей вулканизации на основе бензотиазолов составляли около 5 тыс. т [2]. К числу ускорителей вулканизации этой группы относятся и 2-меркаптобензотиазол (каптакс, МБТ).

Каптакс с давних пор применяется в промышленности в качестве ускорителя вулканизации резин. Хотя в последнее время наблюдается тенденция вытеснения каптакса с рынка ускорителей вулканизации сульфена-

мидами [3], он остается важным соединением этого сегмента химической промышленности, так как представляет собой полупродукт производства сульфенамидов. Кроме того, каптакс значительно дешевле сульфенамидов, поэтому активно используется в резиновых смесях на натуральном каучуке, синтетических каучуках и латексных смесях, нетребовательных к режиму переработки, в качестве самостоятельного или вторичного ускорителя. Также он применяется как реагент в аналитической химии тяжелых металлов [4].

В России производство ускорителей вулканизации на основе бензотиазолов (в том числе каптакса) освоено на ОАО "Волжский оргсинтез" (г. Волжский, Волгоградская обл.) [3, 5, 6]. Однако объемы этого производства