

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

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

Тел.: 8(383)3300570. Факс: 8(383)3308649. E-mail: csd@sibran.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. Толстик, 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. Доступ к электронной версии английского варианта (адрес в Internet: www.sibran.ru/English/csde.htm) в 2001–2010 гг. бесплатный.

© Сибирское отделение РАН, 2013

© Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН, 2013

© Институт катализа им. Г. К. Борескова СО РАН, 2013

© Новосибирский институт органической химии им. Н. Н. Ворожцова СО РАН, 2013

Содержание

Перспективы и возможности применения <i>in situ</i> методов в катализе	
В. В. КАИЧЕВ	247
Влияние модифицирования поверхности $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ с использованием оксалатных комплексов алюминия на формирование и свойства платиновых центров катализаторов $\text{Pt}/\text{Al}_2\text{O}_3$	
Р. М. МИРОНЕНКО, О. Б. БЕЛЬСКАЯ, О. В. МАЕВСКАЯ, Т. И. ГУЛЯЕВА, М. О. КАЗАКОВ, А. В. ЛАВРЕНОВ, В. А. ЛИХОЛОБОВ	257
Бифункциональные металлокомплексные катализаторы для процессов тонкого органического синтеза	
З. П. ПАЙ	267
Синтез полиядерных изоиндолиновых солей и трансформация производных гидроксиметилизоиндолина	
Э. О. ЧУХАДЖЯН, К. Г. ШАХАТУНИ, ЭЛ. О. ЧУХАДЖЯН	279
Выделение хлорида натрия из растворов минерализации экзометаболитов человека и растительных отходов применительно к замкнутым экосистемам	
А. Г. БЕЛОБАБА, А. И. МАСЛИЙ, А. А. ГУСЕВ, А. А. ТИХОМИРОВ, Ю. А. КУДЕНКО, С. В. ТРИФОНОВ	291
Вариации аминокислотного состава костных тканей человека	
С. А. ГЕРК, О. А. ГОЛОВАНОВА	299
Новые подходы к утилизации крупнотоннажных промышленных отходов – гидролизного лигнина, серы, полихлоралифатических соединений	
А. Ф. ГОГОТОВ, В. К. СТАНКЕВИЧ, В. П. КИСЕЛЕВ, А. А. ЧАЙКА, В. Г. ДРОНОВ	305
Динамика термолитиза битуминозного песчаника месторождения Баян-Эрхэт (Монголия)	
Н. И. КОПЫЛОВ, Ю. Д. КАМИНСКИЙ, А. К. ГОЛОВКО	311
Термическое разложение углей Тувинского месторождения	
Н. И. КОПЫЛОВ, Ю. Д. КАМИНСКИЙ	319
Исследование каталитической активности природных цеолитов в реакции газофазного нитрования ароматических соединений	
А. П. КОСКИН, К. С. ГОЛОХВАСТ, И. Г. ДАНИЛОВА, А. А. ВЕДЯГИН, И. В. МИШАКОВ	329
Химический след эмиссий алюминиевого производства (почвенно-экологический аспект)	
Е. В. НАПРАСНИКОВА	339
Сорбционное извлечение вольфрама из раствора вольфрамата натрия	
С. Н. ЧЕГРИНЦЕВ, А. Н. ДЬЯЧЕНКО, Р. И. КРАЙДЕНКО	345
Кислород- и азотсодержащие структурные фрагменты макромолекул смол и асфальтенов тяжелой нефти месторождения Усинское	
Т. В. ЧЕШКОВА, Е. Ю. КОВАЛЕНКО, Т. А. САГАЧЕНКО	349
Изменение химического состава основных компонентов торфа при кавитационном воздействии	
А. С. ЗМАНОВСКАЯ, Д. В. ДУДКИН	357

УДК 541.128.13

Перспективы и возможности применения *in situ* методов в катализе*

В. В. КАИЧЕВ

Институт катализа им. Г. К. Борескова Сибирского отделения РАН,
проспект Академика Лаврентьева, 5, Новосибирск 630090 (Новосибирск)

E-mail: vvk@catalysis.ru

(Поступила 27.11.12)

Аннотация

Представлена методология проведения *in situ* исследований, ориентированных на изучение механизмов гетерогенных каталитических реакций. Продемонстрировано преимущество данного подхода по сравнению с *ex situ* исследованиями на ряде примеров. Рассмотрены перспективы и возможности применения различных физических методов в режиме *in situ*.

Ключевые слова: гетерогенный катализ, *in situ* методы, автоколебания, механизмы реакций

ВВЕДЕНИЕ

Сегодня уже очевидно, что для создания эффективных катализаторов, способных при определенных условиях обеспечить максимальную активность и селективность в той или иной реакции, необходимо знать ее детальный механизм. Под механизмом реакции понимается совокупность знаний о природе активных центров, ключевых интермедиатах и отдельных стадиях каталитического процесса. Собственно исследования детальных механизмов каталитических реакций стали возможны после разработки в начале XX века теории адсорбции и химической кинетики. Первоначально исследования в этой области ограничивались кинетическими измерениями и определением удельной поверхности, химического и фазового состава катализаторов. Несмотря на скудность получаемой информации, в результате данных исследований удалось заложить научные основы гетерогенно-

го катализа. В частности, уже в начале 50-х годов прошлого столетия была сформулирована концепция о “химической природе промежуточного взаимодействия в катализе”, согласно которой, “активность твердого катализатора в отношении данной реакции определяется в первую очередь его химическими свойствами” [1].

Дальнейшее развитие фундаментальных представлений о механизмах гетерогенных каталитических реакций непосредственно связано с применением различных физических методов исследования. Началом данного этапа можно считать внедрение в начале 1950-х годов в практику каталитических исследований методов колебательной спектроскопии. Последовавшее за этим развитие экспериментальной базы по определению физико-химических параметров катализаторов и свойств их поверхности открыло новые, широкие возможности в установлении взаимосвязи между каталитическими свойствами, составом и атомной структурой частиц активного компонента катализатора. Можно сказать, что именно в те годы зародился классический (традиционный) подход проведения исследований, до сих пор повсеместно ис-

* Материалы “Всероссийской научной молодежной школы-конференции “Химия под знаком СИГМА: исследования, инновации, технологии”, Чернолуцье (Омская обл.), 14–22 мая 2012 г.