

*Российская академия наук*

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ХИМИЧЕСКОЙ  
ТЕХНОЛОГИИ**

Том 58 № 1 2024 Январь–Февраль

Основан в 1967 г.  
Выходит 6 раз в год  
Москва, «Наука»  
ISSN: 0040-3571

*Главный редактор*  
**А.А. Вошкин**

*Журнал издается под руководством  
Отделения химии и наук о материалах РАН*

*Редакционная коллегия:*

Р.Ш. Абиев, П.В. Акулич (Белоруссия), В.М. Барабаш, И. Гроссман (США),  
В. Дови (Италия), И. Драгош (Чешская Республика), Ю.А. Заходяева  
(ответственный секретарь) Н.Н. Зиятдинов, А.В. Клинов, Н. Кохманн  
(Германия), И.В. Мелихов, Н.В. Меньшутина, В.П. Мешалкин  
(заместитель главного редактора), Д.Ю. Мурзин (Финляндия), Г.А. Петухова,  
Б.Г. Покусаев, А.Д. Полянин, Л.В. Равичев, Б. Саха (Великобритания),  
А.В. Тимошенко, Л.Л. Товажнянский (Украина), А.К. Фролкова, Т.В. Челюскина

*Заведующий редакцией* А.В. Кисель

*Адрес редакции:* 119991, ГСП-1 Москва, Ленинский проспект, 31  
Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН  
Тел. (495) 775-65-85, e-mail: j.toht@igic.ras.ru

*Тематика журнала:* явления переноса; поверхностные явления; процессы разделения смесей; теория и методы расчета химических реакторов; совмещенные процессы и многофункциональные реакторы; гидромеханические, тепловые, диффузионные, химические процессы и аппараты; мембранные процессы и реакторы; биотехнология; дисперсные системы; нанотехнология; интенсификация процессов; информационное моделирование и анализ; техноэкономический анализ; энерго- и ресурсосберегающие, экологически чистые процессы и производства.

**Москва**  
**ФГБУ «Издательство «Наука»**

---

© Российская академия наук, 2024

© Редколлегия журнала «Теоретические  
основы химической технологии»  
(составитель), 2024

# СОДЕРЖАНИЕ

Том 58, номер 1, 2024

## Специальный выпуск: «К 120-летию члена-корреспондента АН СССР Петра Григорьевича Романкова»

Член-корреспондент АН СССР Пётр Григорьевич Романков — выдающийся ученый химик, технолог, творческий организатор науки и истинный питерский интеллигент (1904–1990)

*Н. Т. Кузнецов, А. Ю. Цивадзе, В. П. Мешалкин, А. И. Русанов, О. И. Койфман,  
Н. Н. Кулов, А. П. Шевчик, О. М. Флисюк, Р. Ш. Абиев, А. А. Вошкин*

3

Принципы химической технологии как основа развития международной концепции наилучших доступных технологий

*В. П. Мешалкин, Т. В. Гусева, А. С. Малявин, И. О. Тихонова, А. В. Малков, Ч. Бхимани*

8

Процессы ионного обмена на катионите  $H^+$  для снижения жесткости воды

*А. В. Клинов, А. И. Разинов, А. Е. Прокопович, Е. В. Саблин*

17

Моделирование процессов тепло- и массопереноса при конвективной сушке хлопчатобумажных тканей

*М. К. Кошелева, О. Р. Дорняк*

27

Эрозионная ультразвуковая очистка катодной ленты отработанных литий-ионных аккумуляторов типа NMC

*О. М. Градов, И. В. Зиновьева, Ю. А. Заходяева, А. А. Вошкин*

35

Трехмерная численная модель ультразвуковой коагуляции аэрозольных частиц PM<sub>2.5</sub> в вихревых акустических течениях

*В. Н. Хмелёв, А. В. Шалунов, Р. Н. Голых*

43

Синтез нитридсодержащего композита при азотировании смеси ферросилиций — шунгит в режиме горения

*О. Г. Крюкова, Т. В. Татаринова*

55

Кинетика выщелачивания кремнезема гидрофторидом аммония из железорудных хвостов обогащения

*И. С. Медянкина, Л. А. Пасечник*

62

Теоретическое обоснование концентрационной поляризации в электрохимических баромембранных процессах очистки медьсодержащих растворов гальванических производств

*К. В. Шестаков, С. И. Лазарев, М. С. Гессен, Д. С. Лазарев, Н. Н. Игнатов*

68

Структурный анализ фазовой диаграммы и оценка возможности ректификации многокомпонентных смесей

*А. В. Фролкова*

78

Методы математического моделирования десорбции трудно растворимых газов в насадочных аппаратах

*А. Г. Лантева, Е. А. Лантева, О. В. Соловьева, В. А. Клочкова*

88

Моделирование процесса флотации в промышленном аппарате

*Н. А. Марцулевич, А. В. Казаков, О. М. Флисюк*

97

Новые гидрофобные нефтесорбенты на основе кремнийоксидных аэрогелей <i>Л.А. Полевой, Д.А. Санджиева, А.Е. Баранчиков, А.Д. Гайзуллин, Б.В. Убушаева, В.К. Иванов, В.М. Бузник, А.Г. Дедов</i>	103
Математическое моделирование процесса измельчения материалов <i>Э. М. Кольцова, М. А. Бабкин, Н. А. Попова, А. В. Женса</i>	115
Применение фракционирования и экстрактивной ректификации для разделения смеси бутилпропионат–пропионовая кислота–бутилбутират–масляная кислота <i>Т. В. Челюскина, Ф. Н. Бедретдинов, С. А. Потемин</i>	122
Памяти Николая Николаевича Кулова	129