



**М.И. Дегтев,
В.Н. Стрельников,
А.А. Юминова**

**ВОДНЫЕ РАССЛАИВАЮЩИЕСЯ СИСТЕМЫ
НА ОСНОВЕ АНТИПИРИНА,
ЕГО ПРОИЗВОДНЫХ
И ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ
ДЛЯ ЭКСТРАКЦИИ КАТИОНОВ МЕТАЛЛОВ**

Российская академия наук
Уральское отделение

М. И. Дегтев, В. Н. Стрельников, А. А. Юминова

**ВОДНЫЕ
РАССЛАИВАЮЩИЕСЯ СИСТЕМЫ
НА ОСНОВЕ АНТИПИРИНА,
ЕГО ПРОИЗВОДНЫХ
И ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ
ДЛЯ ЭКСТРАКЦИИ
КАТИОНОВ МЕТАЛЛОВ**

Монография

Екатеринбург
2022

УДК 547

ББК 24.2

Д26

Рецензенты:

чл.-корр. АН РБ, доктор химических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники РБ, зав. кафедрой аналитической химии Башкирского государственного университета В.Н. Майстренко, доктор фармацевтических наук, профессор, зав. кафедрой аналитической химии Пермской государственной фармацевтической академии (ПГФА) Е.В. Вихарева

Ответственный редактор:

Член-корр. РАН, доктор химических наук, профессор М.И. Дегтев

Дегтев М.И., Стрельников В.Н., Юминова А.А.

Д26 Водные расслаивающиеся системы на основе антипирина, его производных и органических кислот для экстракции катионов металлов: монография / М. И. Дегтев, В. Н. Стрельников, А. А. Юминова. — Екатеринбург : УрО РАН, 2022. — 224 с.

ISBN 978-5-7691-2550-8

В монографии описаны теоретические предпосылки применения водных расслаивающихся систем для экстракции катионов металлов без органического растворителя с привлечением анализа тройных систем. В качестве последних приведены: антипирин (АП) – бензойная (салициловая) кислота – вода; АП – резорцин – вода; АП – пирокатехин – вода и др. Установлена область расслаивания и причины расслоения указанных систем, в основе которых лежит химическое взаимодействие АП и органических кислот с образованием жидкого сольвата, например, бензоата (салицилата) антипириния. Определены границы расслаивания в системах, содержащих диантипирилалканы и органические кислоты, что позволило выявить закономерности экстракции макро- и микроколичеств катионов металлов. Определены состав и механизм извлечения более 30 ионов металлов, рассчитаны количественные характеристики и выявлены различные корреляции, разработаны методики определения макро- и микроколичеств ионов металлов.

Монография предназначена для научных работников, аспирантов, студентов и всех, кто занимается вопросами применения органических реагентов на основе антипирина, его производных для извлечения макро- и микроколичеств катионов металлов.

© УрО РАН, 2022

© Дегтев М.И., Стрельников В.Н.,

Юминова А.А., 2022

ISBN 978-5-7691-2550-8

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	6
Введение	8
ГЛАВА 1. КЛАССИЧЕСКАЯ ЖИДКОСТНАЯ ЭКСТРАКЦИЯ «ВОДНАЯ ФАЗА – ОРГАНИЧЕСКИЙ РАСТВОРИТЕЛЬ» И ПУТИ ЕЕ ЗАМЕНЫ НА ВОДНЫЕ РАССЛАИВАЮЩИЕСЯ СИСТЕМЫ С ОДНИМ ЖИДКИМ КОМПОНЕНТОМ – ВОДОЙ	11
1.1. Экстракция ионов металлов в ионные жидкости	11
1.2. Экстракция катионов металлов легкоплавкими органическими реагентами	13
1.3. Применение в экстракции сверхкритического диоксида серы и водных растворов иодметилата пиридина	19
1.4. Экстракция микроколичеств ионов металлов гидратированными полиэтиленгликолями	20
1.5. Закономерности экстракции в водных расслаивающихся системах, содержащих ионогенные и неионогенные ПАВ	21
ГЛАВА 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ПРИМЕНЕНИЯ ВОДНЫХ РАССЛАИВАЮЩИХСЯ СИСТЕМ С АНТИПИРИНОМ ДЛЯ ЭКСТРАКЦИИ ИОНОВ МЕТАЛЛОВ БЕЗ ОРГАНИЧЕСКОГО РАСТВОРИТЕЛЯ	32
2.1. Закономерности экстракции катионов металлов в водных расслаивающихся системах, содержащих антипирин, монохлоруксусную кислоту, нафталин-2-сульфокислоту и неорганические кислоты	36
2.2. Экстракция макроколичеств ионов железа (III) в расслаивающихся системах АП – БК (СК) – Н ₂ О	42
2.3. Экстракция макроколичеств ионов висмута (III) и индия (III) в расслаивающихся системах АП – БК (СК) – Н ₂ О	51

2.4. Закономерности экстракции меди (I и II), цинка (II) и кадмия (II) в расслаивающейся водной системе антипирин – бензойная (салициловая) кислота – хлороводородная кислота.....	55
--	----

ГЛАВА 3. НАХОЖДЕНИЕ ГРАНИЦ РАССЛАИВАНИЯ И УСЛОВИЙ ОБРАЗОВАНИЯ ЖИДКОГО ДВУХФАЗНОГО РАВНОВЕСИЯ В ВОДНЫХ РАССЛАИВАЮЩИХСЯ СИСТЕМАХ

ДАА – ОК – HCl (H ₂ SO ₄) – H ₂ O	59
3.1. Определение границ расслаивания в системах, содержащих диантипирилалканы и органические кислоты	59
3.2. Изучение процесса фазообразования в расслаивающихся системах ДАА – ОК – HCl (H ₂ SO ₄) – H ₂ O.....	64
3.3. Оценка экстракционной способности расслаивающихся систем на основе диантипирилалканов в присутствии нафталин-2-сульфокислоты.....	80
3.4. Изучение распределения ионов цинка, кадмия, ртути (II) и меди (I, II) в расслаивающихся системах ДАА – БК – HCl (H ₂ SO ₄) – H ₂ O	85
3.5. Распределение трехзарядных катионов галлия, индия, таллия и железа	94
3.6. Изучение распределения олова (II, IV) и Мо (VI) в расслаивающихся системах H ₂ O – ГДАМ (БДАМ) – БК – HCl (H ₂ SO ₄)	97
3.7. Перспективы применения расслаивающейся системы H ₂ O – ГДАМ – БК – H ₂ SO ₄ для извлечения катионов металлов..	99
3.8. Оценка водных расслаивающихся систем ДАА – БК (СК) – HCl на примере извлечения кадмия (II) и цинка (II) из растворов HCl.....	106
3.9. Водные расслаивающиеся системы в экстракции макро- и микроколичеств катионов марганца (II) и меди (I, II)	114
3.10. Установление состава извлекающихся комплексов и химизмов экстракции	125
3.11. Количественные характеристики при экстракции галогенидных комплексов катионов металлов. Расчет значений констант распределения катионов металлов.....	131

ГЛАВА 4. ВОДНЫЕ РАССЛАИВАЮЩИЕСЯ СИСТЕМЫ, СОДЕРЖАЩИЕ АНТИПИРИН

И СУЛЬФОСАЛИЦИЛОВУЮ КИСЛОТУ.....	138
4.1. Идентификация состава органической фазы (ОФ ₁) в расслаивающейся системе АП – ССК – H ₂ O.....	138
4.2. Идентификация состава органической фазы (ОФ ₂) в расслаивающейся системе АП – Na ₂ SO ₄ – H ₂ O	147

ГЛАВА 5. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСТРАКЦИИ МАКРО- И МИКРОКОЛИЧЕСТВ ТРЕХЗАРЯДНЫХ КАТИОНОВ ЖЕЛЕЗА, ГАЛЛИЯ, ИНДИЯ, ТАЛЛИЯ И СКАНДИЯ В ОФ СИСТЕМЫ АП – ССК – Н₂О	159
5.1. Извлечение ионов железа (III) и галлия (III).....	159
5.2. Извлечение ионов индия (III), таллия (III) и скандия (III)	171
5.3. Химико-спектральное определение малых количеств элементов в расслаивающейся системе АП – Na ₂ SO ₄ – Н ₂ О	183
5.4. Количественные характеристики и установление взаимосвязи между значениями рН полуэкстракции и ионным радиусом извлекаемых катионов; между рН _{1/2} и поляризующей способностью катионов	185
5.5. Сравнительная оценка экстракционной способности 2-х водных расслаивающихся систем АП – ССК – Н ₂ О; ДАМ – СК – НСl – Н ₂ О	188
5.6. Оценка экстракционной способности расслаивающейся системы АП – Na ₂ SO ₄ – Н ₂ О.....	190
5.7. Применение водных расслаивающихся систем АП – ССК – Na ₂ SO ₄ – Н ₂ О; АП – Na ₂ SO ₄ – Н ₂ О в практике химического анализа	193
Заключение	205
Сокращения, используемые в работе	207
Приложение	209
Список цитируемой литературы	213