

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССОВ МИКРОФЛОТАЦИИ

В. В. Свиридов, А. В. Свиридов
А. Ф. Никифоров



**ЭБС
ЛАНЬ**

В. В. СВИРИДОВ, А. В. СВИРИДОВ,
А. Ф. НИКИФОРОВ

ФИЗИКО- ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССОВ МИКРОФЛОТАЦИИ

Монография

Издание второе, исправленное



ЛАНЬ®
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
МОСКВА
КРАСНОДАР
2018

ББК 33.4я73
С 24

Свиридов В. В., Свиридов А. В., Никифоров А. Ф.
С 24 Физико-химические основы процессов микрофлотации: Монография. — 2-е изд., испр. — СПб.: Издательство «Лань», 2018. — 416 с.: ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература).

ISBN 978-5-8114-2890-8

Изложены основные физико-химические закономерности флотационного выделения из водных растворов веществ ионно-молекулярной и коллоидной степени дисперсности. Представлены научно обоснованные принципы и подходы к прогнозированию и к количественному описанию и управлению процессами микрофлотации. Дана оценка возможностей использования результатов теоретических и экспериментальных исследований для решения практических задач по извлечению малых количеств ценных и токсичных компонентов из водных растворов.

Книга предназначена для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки и специальностям, входящим в УГС: «Химия», «Химические технологии». Монография будет полезна для специалистов, работающих в области коллоидной и физической химии; инженеров-технологов, решающих технологические задачи в области очистки промышленных сточных вод, в горно-добывающей промышленности и в гидрометаллургии.

ББК 33.4я73

Рецензенты:

В. Ф. МАРКОВ — доктор химических наук, профессор, зав. кафедрой физической и коллоидной химии Уральского федерального университета им. первого Президента России Б. Н. Ельцина;
С. С. НАБОЙЧЕНКО — доктор технических наук, зав. кафедрой металлургии тяжелых и цветных металлов Уральского федерального университета им. первого Президента России Б. Н. Ельцина, член-корреспондент РАН.

Обложка
Е. А. ВЛАСОВА

© Издательство «Лань», 2018
© Коллектив авторов, 2018
© Издательство «Лань»,
художественное оформление, 2018

Оглавление

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	4
ГЛАВА I. ПРИНЦИПЫ И СПОСОБЫ МИКРОФЛОТАЦИИ	8
1.1. Основные понятия и определения.....	8
1.2. Методы флотации растворенных веществ	10
1.3. Физико-химическая классификация флотационных процессов	19
1.4. Принципиальные технологические схемы микрофлотации.....	28
ГЛАВА II. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ СОБИРАТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ (ПАВ)	34
2.1. Химическая классификация собирателей.....	34
2.1.1. Анионные собиратели	35
2.1.2. Катионные собиратели	42
2.1.3. Неионогенные собиратели	45
2.1.4. Синтетические флокулянты	46
2.2. Гидрофильно-олеофильные характеристики ПАВ.....	55
2.3. Гидрофильно-олеофильное соотношение как мера сольвофильности и сольвофобности молекул ПАВ-собирателей	58
2.4. Влияние химического строения ионогенных ПАВ на их гидрофильно-олеофильные свойства. Коэффициент гидрофильности гомологических рядов ПАВ.....	67
2.5. Влияние природы, компонентного состава и состояния граничащих жидких фаз на гидрофильно-олеофильные характеристики ПАВ	71
2.6. Влияние температуры на гидрофильно-олеофильные характеристики ПАВ-собирателей.....	77
2.7. Принципы подбора собирателей на основе их гидрофильно-олеофильных характеристик.....	79
ГЛАВА III. АДСОРБЦИОННО-ПУЗЫРЬКОВЫЕ МЕТОДЫ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ КОМПОНЕНТОВ РАСТВОРОВ.....	83
3.1. Понятие толщины поверхностного слоя.....	83
3.2. Фундаментальные уравнения поверхностных слоев и объемных фаз	85
3.3. Дифференциальные уравнения открытых объемно-поверхностных процессов	89
3.4. Молекулярная адсорбция ПАВ на поверхности всплывающих пузырьков воздуха	92
3.5. Молекулярная обменная адсорбция ПАВ	103
3.6. Ионообменная адсорбция в пленках ионогенных ПАВ.....	115
3.6.1. Представления о гидратации ионов электролитов	115
3.6.2. Избирательность адсорбции ионов электролитов	119
3.7. Пенное выделение и концентрирование ПАВ	133
3.8. Концентрационные области применения процессов адсорбционно-пузырькового концентрирования.....	143
ГЛАВА IV. ИОННО-ОСАДИТЕЛЬНАЯ ФЛОТАЦИЯ.....	151
4.1. Диаграммы состояния ионогенных ПАВ в водных растворах электролитов	153

4.2. Термодинамическое прогнозирование концентрационных областей осадительной флотации.....	157
4.3. Строение частиц коллоидных сублатов.....	168
4.4. Связь между гидрофильно-олеофильными характеристиками ПАВ и их собирательной способностью	178
4.5. Влияние на процессы осадительной флотации основных технологических факторов	184
4.5.1. Влияние расхода собирателя.....	184
4.5.2. Влияние концентрации коллигенда	188
4.5.3. Влияние концентрации ионов водорода.....	189
4.5.4. Влияние температуры раствора.....	197
4.5.5. Влияние компонентного состава растворов	202
4.6. Осадительная флотация ионов металлов	205
4.6.1. Выделение гидроксокомплексов	205
4.6.2. Выделение оксоанионов и изополикислот	210
4.6.3. Выделение комплексных соединений.....	220
ГЛАВА V. ФЛОТАЦИОННОЕ РАЗДЕЛЕНИЕ ВЫСОКОДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ	251
5.1. Коагуляционное и гетерокоагуляционное взаимодействие	252
5.1.1. Молекулярная составляющая	254
5.1.2. Электростатическая составляющая расклинивающего давления....	259
5.1.3. Структурная составляющая расклинивающего давления	269
5.1.4. Общая энергия взаимодействия.....	276
5.2. Адсорбция собирателей на поверхности флотируемых частиц.....	279
5.2.1. Граница раздела фаз жидкость — твердое тело	279
5.2.2. Граница раздела фаз жидкость — жидкость	287
5.3. Закономерности флотации частиц дисперсных фаз гидрозолей, эмульсий и биокolloидов	294
5.3.1. Особенности закрепления малых частиц на поверхности пузырька	294
5.3.2. Электроповерхностные явления в процессах микрофлотации	301
5.4. Флотация компонентов растворов на коллоидных носителях	322
5.4.1. Флотация на оксигидратных коллекторах.....	322
5.4.2. Флотация на гетерополикислотных сорбентах	329
5.4.3. Флотация на алюмосиликатных сорбентах	344
ГЛАВА VI. КИНЕТИКА ПРОЦЕССОВ МИКРОФЛОТАЦИИ	355
6.1. Механизмы микрофлотации	355
6.2. Кинетические модели микрофлотации	364
6.3. Экспериментальная проверка кинетических моделей	374
6.4. Роль сольватационных взаимодействий в процессах микрофлотации ..	382
6.4.1. Критерии избирательности смачивания частиц малых размеров....	382
6.4.2. Кинетика микрофлотации с учетом сольватационных взаимодействий	390
ПОСЛЕСЛОВИЕ	395
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	396