

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССОВ МИКРОФЛОТАЦИИ

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



www.e.lanbook.com



ЛАНЬ®

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. Специ-
альная литература).

ISBN 978-5-8114-2890-8

Изложены основные физико-химические закономерности фло-
тационного выделения из водных растворов веществ ионно-моле-
кулярной и коллоидной степени дисперсности. Представлены
научно обоснованные принципы и подходы к прогнозированию и к
количественному описанию и управлению процессами микрофлота-
ции. 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-добываю-
щей промышленности и в гидрометаллургии.

ББК 33.4я73

Рецензенты:

В. Ф. МАРКОВ — доктор химических наук, профессор, зав. кафед-
рой 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 федераль-
ного 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 |