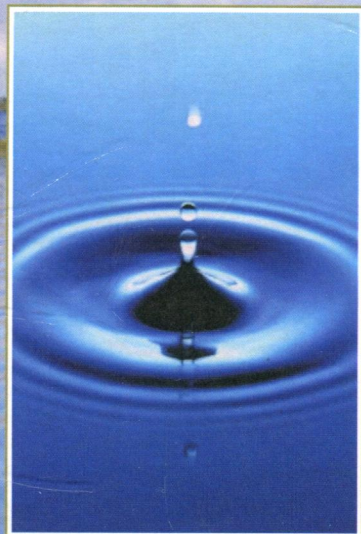



**С.А. Бабенко  
О.К. Семакина  
Л.К. Майкова**



# **РАЗДЕЛЕНИЕ ЖИДКИХ НЕОДНОРОДНЫХ СИСТЕМ**

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ**

ИЗДАТЕЛЬСТВО  ТПУ

**С. А. Бабенко, О. К. Семакина, Л. К. Майкова**

**РАЗДЕЛЕНИЕ ЖИДКИХ НЕОДНОРОДНЫХ  
СИСТЕМ  
(Физико-химические и физико-механические  
основы)**

Монография

Издательство  
Томского политехнического университета  
2009

УДК 66.066

ББК 24.6

Б 12

**Бабенко С. А.**

Б 12

Разделение жидких неоднородных систем (Физико-химические и физико-механические основы): монография / С.А. Бабенко, О.К. Семакина, Л. К. Майкова. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 475 с.

ISBN 5-98298-375-6

Приведена характеристика жидких неоднородных систем – суспензий, эмульсий, пен. Рассмотрены состояние молекул воды вблизи гидрофобных и гидрофильных поверхностей и виды влаги в сыпучем материале. Освещены вопросы интенсификации процессов разделения суспензий и эмульсий физико-химическими, физико-механическими и электрическими методами. Изложены специальные методы разделения жидких и жидких неоднородных систем: мембранные, флотационные и агрегирование твердых частиц в жидкой среде; применение их в технологических процессах, а также для очистки природных и сточных вод. Описаны конструкции аппаратов и установок для осуществления этих процессов.

Предназначена для научных работников, инженеров, аспирантов и студентов, занимающихся проблемами очистки промышленных сточных вод.

**УДК 66.066**

**ББК 24.6**

*Рецензенты*

Доктор химических наук, профессор,  
главный научный сотрудник ИХН СО РАН

*Е. Е. Сироткина*

Доктор технических наук, профессор кафедры технологии  
силикатов и наноматериалов ТПУ,

*В. А. Лотов*

ISBN 5-98298-375-6

© Бабенко С.А., Семакина О.К., Майкова Л.К., 2009

© Томский политехнический университет, 2009

© Оформление. Издательство Томского политехнического университета, 2009

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	3
<b>Часть I. ХАРАКТЕРИСТИКА ЖИДКИХ НЕОДНОРОДНЫХ СИСТЕМ</b> .....	7
Глава 1. Суспензии .....	9
1.1. Состояние жидкой среды на поверхности гидрофильного тела .....	12
1.2. Гидрофобные взаимодействия в дисперсных системах.....	19
Глава 2. Эмульсии .....	21
2.1. Устойчивость эмульсии .....	23
Глава 3. Пены .....	27
3.1. Основные свойства пен .....	30
3.2. Разрушение пен .....	32
<b>Часть II. ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ РАЗДЕЛЕНИЯ ЖИДКИХ НЕОДНОРОДНЫХ СИСТЕМ</b> .....	35
Глава 4. Физико-химические воздействия на жидкие неоднородные системы .....	37
4.1. Характеристика процессов укрупнения частиц в жидких средах .....	37
4.2. Коагуляция тонкодисперсных частиц в жидкой среде .....	39
4.3. Флокуляция тонкодисперсных частиц в жидкой среде .....	45
4.4. Практика применения коагулянтов и флокулянтов .....	65
Глава 5. Физико-механические воздействия на жидкие неоднородные системы .....	185
5.1. Омагничивание водных систем .....	185
5.2. Воздействие ультразвука на водные системы.....	213
Глава 6. Электрические методы воздействия на жидкие неоднородные системы .....	234
6.1. Очистка природных и сточных вод.....	234
6.2. Электрический способ обессоливания нефти .....	248
6.3. Электрохимические воздействия в процессах первичной переработки минерального сырья.....	260
6.4. Измельчение твердых материалов электрическими разрядами .....	268
6.5. Десорбция реагентов при помощи электрических разрядов в жидких средах.....	270

<b>Часть III. СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ РАЗДЕЛЕНИЯ ЖИДКИХ</b>	
<b>НЕОДНОРОДНЫХ СИСТЕМ.....</b>	<b>273</b>
Глава 7. Мембранные методы разделения.....	275
7.1. Классификация мембранных процессов.....	275
7.2. Микрофильтрация.....	278
7.3. Ультрафильтрация.....	296
7.4. Обратный осмос.....	300
7.5. Аппараты и установки для обратного осмоса и ультрафильтрации.....	303
7.6. Практика применения обратного осмоса и ультрафильтрации.....	314
7.7. Промышленные процессы мембранного разделения газов.....	322
7.8. Жидкие мембраны.....	327
Глава 8. Флотационное выделение взвешенных и растворенных веществ из жидких сред.....	333
8.1. Флотационные установки для очистки вод.....	333
8.2. Флотационная очистка природных вод.....	349
8.3. Флотационная очистка сточных вод.....	355
8.4. Ионная флотация.....	370
8.5. Пенное разделение.....	393
8.6. Эмульсионное разделение.....	408
Глава 9. Выделение из жидких сред твердых частиц с их гранулированием.....	418
9.1. Гранулированная флокуляция.....	418
9.2. Гранулирование сажи в жидкой среде.....	421
9.3. Агрегирование частиц суспензий.....	434
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>	<b>436</b>
<b>ЛИТЕРАТУРА.....</b>	<b>439</b>