

К. Холмберг, Б. Йёнссон
Б. Кронберг, Б. Линдман

Поверхностно- активные вещества и полимеры в водных растворах

Перевод с английского
канд. хим. наук Г. П. Ямпольской

под редакцией
профессора, д-ра хим. наук Б. Д. Сумма

5-е издание, электронное



Москва
Лаборатория знаний
2025

УДК 541.182
ББК 24.6я73
Х72

Холмберг К.

Х72 Поверхностно-активные вещества и полимеры в водных растворах / К. Холмберг, Б. Йёнссон, Б. Кронберг, Б. Линдман ; пер. с англ. — 5-е изд., электрон. — М. : Лаборатория знаний, 2025. — 531 с. — Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10". — Загл. с титул. экрана. — Текст : электронный.

ISBN 978-5-93208-810-4

Учебное издание, написанное коллективом авторов из Швеции, посвящено чрезвычайно важной в научном и практическом отношении теме — сосуществованию поверхностно-активных веществ (ПАВ) и полимеров в водных растворах. Подробно рассмотрены различные типы ПАВ (в том числе полимерные), процесс мицеллообразования, фазовое поведение растворов ПАВ. Обсуждаются свойства растворов полимеров и смесей ПАВ—полимер. Отдельные главы посвящены таким сложным системам, как пены, эмульсии и микроэмульсии, их получению и практическому применению. Книга хорошо иллюстрирована, содержит обширные справочные данные и библиографию.

Для студентов, аспирантов и преподавателей химических и химико-технологических вузов, а также для научных сотрудников и химиков-технологов, работающих на производстве.

УДК 541.182
ББК 24.6я73

Деривативное издание на основе печатного аналога: Поверхностно-активные вещества и полимеры в водных растворах / К. Холмберг, Б. Йёнссон, Б. Кронберг, Б. Линдман ; пер. с англ. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. — 528 с. : ил. — ISBN 978-5-94774-363-0.

В соответствии со ст. 1299 и 1301 ГК РФ при устранении ограничений, установленных техническими средствами защиты авторских прав, правообладатель вправе требовать от нарушителя возмещения убытков или выплаты компенсации

Copyright © 2003 by John Wiley & Sons Ltd., The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex PO19 8SQ, England. All rights reserved.

Authorized translation from English language edition published by John Wiley & Sons Ltd. This EBook is published under license with the original publisher John Wiley & Sons, Ltd.

ISBN 978-5-93208-810-4

© Перевод, оформление, Лаборатория знаний, 2015

Оглавление

Предисловие ко второму изданию	5
Предисловие к первому изданию	7
Глава 1. Введение в химию поверхностно-активных веществ	9
Адсорбция поверхностно-активных веществ на межфазных границах	9
Агрегирование ПАВ в растворе	11
Амфифильные (дифильные) свойства молекул ПАВ	12
Природные ПАВ	14
Нефтехимия и химия растительных масел как источники сырья для получения ПАВ	16
Классификация ПАВ по полярным группам	17
Дерматологическое действие ПАВ	33
Воздействие ПАВ на окружающую среду	36
Скорость биоразложения и структура молекул ПАВ	40
Защита окружающей среды как стимул поиска новых безопасных поверхностно-активных веществ	41
Литература	46
Глава 2. Мицеллообразование поверхностно-активных веществ	47
Разнообразие систем, формируемых дифильными веществами	47
Начало образования мицелл — критическая концентрация мицеллообразования	47
Зависимость ККМ от строения молекул ПАВ	51
Влияние температуры и растворенных веществ на ККМ	54
Зависимость растворимости ПАВ от температуры	56
Движущие силы мицеллообразования и термодинамические модели	59
Контроль за процессами ассоциации и связывания противоионов методом ЯМР	63
Солюбилизация гидрофобных веществ в мицеллах	65
Размер и структура мицелл	66
Геометрические принципы упаковки цепей	68
Кинетика мицеллообразования	68
Агрегирование поверхностно-активных веществ в неводных средах	70
Общая характеристика самоассоциации ПАВ	70
Литература	74
Глава 3. Фазовое поведение концентрированных систем поверхностно- активных веществ	75
Зависимость типа и размера мицелл от концентрации ПАВ	75
Зависимость процесса роста мицелл от типа ПАВ	77
Фазы ПАВ, образующиеся из дискретных или бесконечных самоорганизованных структур	81
Насыщенные мицеллярные растворы	84
Структуры жидкокристаллических фаз	84
Построение фазовых диаграмм	88
Фазовые диаграммы двойных и тройных систем как полезный источник информации	90
Влияние геометрии молекул ПАВ и их упаковки на структуру агрегата: концепции параметра упаковки и спонтанной кривизны пленки ПАВ	96
Фазовое поведение полярных липидов — аналогия с фазовым поведением других дифильных веществ	100
Жидкокристаллические фазы в неводных средах	101
Литература	102

Глава 4. Физико-химические свойства ПАВ и полимеров с оксиэтиленовыми группами	103
Полиоксиэтиленовые цепи как гидрофильные части многих ПАВ и полимеров	103
Температурная зависимость ККМ и размеров мицелл оксиэтилированных ПАВ	105
Исследование влияния температуры на поведение НПРАВ с помощью фазовых диаграмм	107
L ₃ или губчатая фаза	109
Влияние температуры на последовательность возникновения самоассоциированных структур	109
Информативность концепций критического параметра упаковки и спонтанной кривизны	109
Помутнение как характеристическое свойство оксиэтилированных ПАВ и полимеров	115
Сходство физико-химических свойств блок-сополимеров с полиоксиэтиленовыми сегментами и поверхностно-активных веществ с оксиэтиленовыми полярными группами	117
Температурные аномалии, характерные для всех оксиэтилированных ПАВ и полимеров	120
Температурные аномалии в неводных средах	122
Литература	123
Глава 5. Смешанные мицеллы	124
Описание смесей ПАВ с родственными полярными группами без учета суммарного взаимодействий	124
Более общее рассмотрение смесей ПАВ — учет взаимодействий	128
Применение концепции смешанных мицелл к дифильным веществам, не образующим мицеллы	135
Особенности поведения смесей ПАВ при высоких концентрациях	135
Технологическое использование смесей ПАВ	138
Приложение	140
Литература	142
Глава 6. Микроэмульсии	143
Обманчивость термина «микроэмульсия»	143
Фазовое поведение и фазовые диаграммы систем масло–вода–ПАВ	144
Как подобрать ПАВ для получения микроэмульсии	148
Сложные фазовые диаграммы тройных систем	150
Как разобраться в микроструктуре микроэмульсий	151
Измерение молекулярной самодиффузии	152
Самодиффузия растворителей в микроэмульсиях: влияние пространственных ограничений, препятствий и сольватации	153
Биконтинуальные структуры сбалансированных микроэмульсий: результаты исследования коэффициентов самодиффузии	155
Влияние ПАВ на микроструктуру микроэмульсий	157
Литература	159
Глава 7. Межмолекулярные взаимодействия	160
Парные потенциалы взаимодействия между двумя молекулами в вакууме	160
Разделение межмолекулярных взаимодействий по типам	162
Эффективные парные потенциалы взаимодействия между двумя молекулами в среде	170
Литература	177
Глава 8. Взаимодействия в коллоидных системах	178
Взаимодействие двойных электрических слоев и устойчивость коллоидных систем	178
Взаимодействия других типов	184

	Непосредственное измерение взаимодействий в коллоидных системах	192
	Литература	193
Глава 9. Растворы полимеров.		194
	Свойства полимера и выбор мономера	194
	Молекулярная масса — важнейшая характеристика полимера	196
	Проблемы, возникающие при растворении полимеров	197
	Вязкость растворов полимеров	197
	Фазовое разделение растворов полимеров	198
	Фазовое разделение при нагревании водных растворов полимеров с оксиэтиленовыми группами	199
	Влияние растворителей и поверхностно-активных веществ на растворы полимеров	200
	Концепция параметра растворимости и правильный выбор растворителя полимера	201
	Фундаментальное значение тета-температуры	203
	Классы водорастворимых полимеров	205
	Полиэлектролиты	207
	Конфигурация полимера и свойства растворителя	208
	Литература	215
Глава 10. Теория регулярных растворов		216
	Теория Брэгга–Вильямса для неидеальных смесей.	216
	Теория растворов полимеров Флори – Хаггинса: описание фазовых превращений	223
	Литература	226
Глава 11. Новые поверхностно-активные вещества		227
	Поверхностно-активные вещества с необычной структурой: димерные ПАВ.	227
	Поверхностно-активные вещества с разрушаемыми связями: привлекательность с экологической и других точек зрения	235
	Полимеризующиеся ПАВ и их применение для создания покрытий	245
	Полимерные поверхностно-активные вещества	257
	Специальные поверхностно-активные вещества для экстремального снижения поверхностного натяжения	257
	Литература	258
Глава 12. Поверхностно-активные полимеры.		259
	Поверхностно-активные полимеры: способы конструирования	259
	Полимеры с гидрофильной основной цепью и гидрофобными боковыми цепями	260
	Полимеры с гидрофобной основной цепью и гидрофильными боковыми цепями	265
	Уникальные свойства высокомолекулярных поверхностно-активных веществ	273
	Литература	274
Глава 13. Свойства смесей ПАВ и высокомолекулярных веществ		275
	Индукцированное полимерами агрегирование ПАВ	275
	Притяжение между полимером и поверхностно-активным веществом: влияние природы обоих компонентов	278
	Сильная ассоциация ПАВ с поверхностно-активными полимерами	281
	Аналогия между взаимодействием ПАВ с поверхностно-активными полимерами и образованием смешанных мицелл	284
	Сходство фазового поведения смесей ПАВ с полимерами и смешанных растворов полимеров	286
	Корреляция фазового поведения смесей полимер – поверхностно-активное вещество с фазовым поведением смесей двух полимеров или смесей ПАВ.	295
	Влияние полимера на фазовое поведение бесконечных самоассоциатов молекул ПАВ	296
	Техническое использование смесей полимер – ПАВ	298

Компактизация молекул ДНК катионными ПАВ: применение в генной терапии	299
Литература	300
Глава 14. Смеси поверхностно-активных веществ и белков	301
Дифильность белков	301
Роль взаимодействий белков с ПАВ	302
Поверхностное натяжение и солюбилизация как подтверждение связывания ПАВ белками	303
Сложный характер изотерм связывания ПАВ белками	305
Высокая вязкость растворов смесей ПАВ и белков	307
Фазовое разделение растворов смесей ПАВ–белок	307
Денатурация белка при связывании ПАВ	310
Литература	311
Глава 15. Введение в реологию растворов полимеров и ПАВ.	312
Предмет реологии: как материалы отвечают на деформацию	312
Вязкость — мера ответа простых жидкостей на сдвиг	312
Влияние частиц на характер течения и вязкость системы	316
Соотношение между характеристической вязкостью и молекулярной массой	319
Сложное реологическое поведение	319
Вязкоупругость	321
Примеры разнообразия реологических свойств растворов ПАВ и полимеров	324
Литература	330
Глава 16. Поверхностное натяжение и адсорбция на границе вода–воздух	331
Поверхностное натяжение как результат асимметрии сил когезии на поверхности	331
Влияние растворенных веществ на поверхностное натяжение	333
Значение динамического поверхностного натяжения	334
Связь поверхностного натяжения с адсорбцией	336
Связь адсорбции поверхностно-активных веществ на границе жидкость–воздух с критическим параметром упаковки	337
Трудности при интерпретации адсорбции полимеров	340
Измерение поверхностного натяжения	341
Применение теории регулярных растворов к поверхностному натяжению и адсорбции	345
Литература	348
Глава 17. Адсорбция поверхностно-активных веществ на поверхности твердых тел	349
Влияние природы ПАВ и поверхности твердого тела на адсорбцию ПАВ	349
Моделирование поверхности и методы определения адсорбции	351
Анализ адсорбции ПАВ на основе уравнения Ленгмюра	353
Адсорбция ПАВ на гидрофобных поверхностях	356
Адсорбция ПАВ на гидрофильных поверхностях	363
Конкурентная адсорбция: распространенность явления	371
Литература	377
Глава 18. Смачивание, смачивающие агенты, гидрофобизация, гидрофобизирующие агенты	378
Растекание жидкостей по поверхностям	378
Концепция критического поверхностного натяжения твердых тел	380
Критическое поверхностное натяжение и создание покрытий	383
Роль поверхностно-активных веществ: улучшение или ухудшение смачивания и растекания	384
Измерение краевых углов	388
Литература	391
Глава 19. Взаимодействие полимеров с твердыми поверхностями.	392
Адсорбция и молекулярная масса полимера	393
Влияние растворителя на адсорбцию	396
Электростатические взаимодействия и адсорбция	398

Теоретические модели адсорбции полиэлектролитов	405
Влияние полиэлектролитов на отталкивание двойных электрических слоев	408
Необратимость адсорбции полимеров	415
Концепция кислот и оснований Льюиса для описания адсорбции полимеров	416
Измерение адсорбции полимеров	419
Литература	422
Глава 20. Пенообразование в растворах поверхностно-активных веществ	423
Устойчивые и неустойчивые пены	423
Два условия пенообразования	425
Четыре силы, действующие на пену	426
Использование концепции критического параметра упаковки	428
Влияние полимеров на устойчивость пен	432
Стабилизация пен частицами и белками	433
Пеногасители	434
Литература	436
Глава 21. Эмульсии и эмульгаторы	437
Эмульсии — дисперсии одной жидкости в другой	437
Высококонцентрированные эмульсии	438
Механизмы разрушения эмульсий	438
Необходимость потенциального энергетического барьера для капель в эмульсиях	440
Теория ДЛФО — краеугольный камень в понимании стабилизации эмульсий	443
Эмульгаторы — поверхностно-активные вещества, способствующие образованию эмульсий	445
Концепция гидрофильно-липофильного баланса	445
Метод ГЛБ — приближенный, но простой способ выбора эмульгатора	447
Концепция температуры инверсии фаз	450
Подбор эмульгатора методом определения ТИФ	452
Различные типы неионных ПАВ как эмульгаторы	452
Правило Банкрофта и динамика адсорбции ПАВ	455
Правило Банкрофта и геометрия молекулы поверхностно-активного вещества	456
Тип образующейся эмульсии и гидродинамика	458
Литература	458
Глава 22. Микроэмульсии для очистки от масел и загрязнений иной природы	459
Чистящие композиции на основе ПАВ могут действовать за счет образования <i>in situ</i> микроэмульсий (моющее действие)	459
Эффективность композиций на основе микроэмульсий	470
Микроэмульсии и проблема повышения нефтеотдачи	472
Литература	478
Глава 23. Химические реакции в микрогетерогенных системах	479
Капли микроэмульсии как микрореакторы для химических реакций	479
Поверхностно-активные вещества в реакциях мицеллярного катализа	480
Микроэмульсии как растворители для органического синтеза	482
Микроэмульсии как среды для ферментативных реакций	488
Применение микроэмульсий для получения наноразмерных латексов	493
Получение наночастиц неорганических веществ с помощью микроэмульсий	497
Использование жидких кристаллов ПАВ для получения мезопористых материалов	501
Литература	503
Приложение 1. Список фирменных названий поверхностно-активных веществ	504
Приложение 2. Принятые сокращения ПАВ, типов ПАВ и сырья для синтеза ПАВ	511
Предметный указатель	512