

# ОГЛАВЛЕНИЕ

---

---

Предисловие . . . . .	7
Введение . . . . .	9
<b>Глава 1. Кинетика поликонденсации кремниевых кислот в водных растворах. . . . .</b>	<b>13</b>
1.1. Общие вопросы поликонденсации . . . . .	13
1.2. Методы анализа водного кремнезема . . . . .	21
1.2.1. Колориметрический анализ — метод оценки состояния кремниевых кислот в водных растворах . . . . .	21
1.2.2. Концентрация щелочного гидроксида . . . . .	26
1.2.3. Концентрация $\text{SiO}_2$ в золе и в растворе силиката натрия . . . . .	26
1.2.4. Размер частиц по данным потенциметрического титрования (метод Сирса) . . . . .	27
1.3. Основные стадии поликонденсации . . . . .	29
1.3.1. Гомогенная поликонденсация . . . . .	29
1.3.2. Фазообразование . . . . .	32
1.3.3. Рост частиц (молекулярное отложение) . . . . .	38
1.4. Анализ влияния различных факторов на скорость гетерофазной поликонденсации (роста частиц) кремниевой кислоты . . . . .	39
1.4.1. Механизм влияния pH на скорость поликонденсации . . . . .	39
1.4.2. Температура и скорость поликонденсации . . . . .	42
1.4.3. Перемешивание и скорость поликонденсации . . . . .	43
1.4.4. Концентрация кремниевой кислоты и скорость поликонденсации . . . . .	44
1.4.5. Закономерности влияния электролитов на кинетику поликонденсации . . . . .	51

<b>Глава 2. Гидролиз и поликонденсация в растворах алкоксидов кремния</b> . . . . .	<b>55</b>
2.1. Общие представления . . . . .	55
2.2. Синтез сферических частиц по методу Штобера . . . . .	61
2.3. Модифицированные методы Штобера . . . . .	64
<b>Глава 3. Гелеобразование в золях кремниевой кислоты</b> . . . . .	<b>69</b>
3.1. Общие сведения . . . . .	69
3.2. Методы исследования кинетики гелеобразования . . . . .	70
3.3. Кинетика гелеобразования . . . . .	74
3.3.1. Скорость гелеобразования: влияние природы кислоты, pH и концентрации $\text{SiO}_2$ . . . . .	75
3.3.2. Роль температурного фактора в кинетике образования гелей . . . . .	78
3.3.3. Скорость гелеобразования и природа катионов щелочных гидроксидов . . . . .	81
3.3.4. Самопроизвольное диспергирование гелей . . . . .	82
3.3.5. Роль электролитов . . . . .	85
3.4. Гелеобразование в золях с плотными частицами . . . . .	88
3.5. Фрактальная теория гелеобразования . . . . .	93
<b>Глава 4. Щелочные силикаты – прекурсоры нанодисперсного кремнезема</b> . . . . .	<b>99</b>
4.1. Общая характеристика растворимых силикатов . . . . .	99
4.2. Полисиликаты . . . . .	104
4.3. Кинетика деполимеризации кремнезема . . . . .	106
4.4. Кинетика деполимеризации и агрегативная устойчивость коллоидного кремнезема . . . . .	114
<b>Глава 5. Синтез, концентрирование и модифицирование золя</b> . . . . .	<b>117</b>
5.1. Получение раствора кремниевой кислоты ионообменным методом . . . . .	117
5.2. Синтез «зародышевого» золя . . . . .	119
5.3. Выращивание частиц золя путем подачи «питателя» . . . . .	119
5.4. Концентрирование зелей . . . . .	126
5.5. Модифицированные золи . . . . .	128
5.5.1. Адсорбционное модифицирование коллоидного кремнезема соединениями алюминия . . . . .	129

5.5.2. Золи, модифицированные соединениями молибдена . . . . .	131
5.5.3. Золи, модифицированные соединениями хрома . .	132
5.5.4. Золи, модифицированные (стабилизированные) гидроксидами щелочных металлов или аммиаком . . . . .	132

## **Глава 6. Агрегативная устойчивость коллоидного кремнезема . . . . . 134**

6.1. Классификация дисперсных систем по агрегативной устойчивости . . . . .	134
6.2. Поликонденсация и гелеобразование . . . . .	136
6.3. Электроповерхностные свойства водного кремнезема . . . . .	139
6.3.1. Исследование поверхностных свойств кремнезема методом ЯМР . . . . .	143
6.3.2. Вязкость и электрофоретическая подвижность зольей . . . . .	145
6.4. Адсорбционная способность кремнезема и агрегативная устойчивость зольей в присутствии электролитов . . . . .	154
6.5. Природа гидрофильности кремнезема . . . . .	161
6.6. Обобщенная теория агрегативной устойчивости дисперсных систем ДЛФО . . . . .	163

## **Глава 7. Основы золь-гель технологии монолитных материалов . . . . . 173**

7.1. Основные стадии золь-гель технологии . . . . .	174
7.2. Силикатные стекла и покрытия . . . . .	179
7.3. Многокомпонентные стекла . . . . .	183
7.4. Стеклокерамика . . . . .	185

## **Глава 8. Золь-гель процессы в гетерогенных средах . . . . . 187**

8.1. Золь-гель процессы в микроэмульсиях . . . . .	188
8.2. Инкапсулирование наночастиц кремнезема в полимерную органическую матрицу . . . . .	209
8.2.1. Золь-гель синтез наночастиц типа «ядро-оболочка» . . . . .	217

8.2.2. Синтез частиц «ядро–оболочка» методом гетерокоагуляции . . . . .	220
<b>Глава 9. Пористые материалы и порошки. . . . .</b>	<b>225</b>
9.1. Золь-гель метод получения силикагелей. . . . .	226
9.2. Синтез мезопористых материалов в присутствии темплатов. . . . .	231
9.3. Золь-гель синтез смешанных оксидов . . . . .	247
9.4. Синтез полых частиц кремнезема . . . . .	259
<b>Глава 10. Примеры технологических схем синтеза . . . . .</b>	<b>265</b>
<b>Цитированная литература . . . . .</b>	<b>279</b>