

ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ в энергетике

книга первая

1

Фотометрия

книга вторая

2

Титриметрия
и гравиметрия

ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ в энергетике в 5 книгах



Авторы

Книга первая:

В.Л.Меньшикова, Ю.А.Морыганова, В.Ф.Очков

Книга вторая:

Ю.А.Морыганова, В.Л.Меньшикова, В.Н.Кулешов,
В.Ф.Очков, Б.С.Федосеев

Москва
Издательский дом МЭИ
2022

Книга первая

В.А.Меньшикова, Ю.А.Морыганова, В.Ф.Очков

Фотометрия

Под редакцией А.П.Пильщикова



Книга вторая

Ю.А.Морыганова, В.А.Меньшикова, В.Н.Кулешов,

В.Ф.Очков, Б.С.Федосеев

Титриметрия и гравиметрия

Под редакцией В.Ф.Очкова

Москва

Издательский дом МЭИ

2022

УДК 621.1:543.4
ББК 31.3:24.4
Х 463

Рецензенты:

Книга первая: канд. техн. наук Э.Л. Гоголашвили

Книга вторая: канд. техн. наук Л.Г. Васина

Авторы: Ю.А. Морыганова, В.Л. Меньшикова, В.Н. Кулешов,
В.Ф. Очков, Б.С. Федосеев

Химический анализ в энергетике: В 5 книгах. Кн. 1, 2 — 2-е изд., стер.— М.: Издательский дом МЭИ, 2022. — 407 с.; ил.

ISBN 978-5-383-01610-7

Книга 1. Меньшикова В.Л. Фотометрия / В.Л. Меньшикова, Ю.А. Морыганова, В.Ф. Очков; под ред. А.П. Пильщикова.

Книга 2. Титриметрия и гравиметрия / Ю.А. Морыганова, В.Л. Меньшикова, В.Н. Кулешов и др.; под ред. В.Ф. Очкова.

ISBN 978-5-383-01611-4

В первой и второй книгах рассмотрены фотоколориметрический, спектрофотометрический, титриметрический, гравиметрический методы анализа показателей качества воды. Приведены теоретические обоснования применения данных методов. Представлены методики определения концентраций примесей контурных вод ТЭС и АЭС, а также приготовления растворов реактивов, применяемых при выполнении анализов.

Первое издание книги выпущено в Издательском доме МЭИ в 2008 году.

Книга является победителем общероссийского Конкурса рукописей учебной, научно-технической и справочной литературы по энергетике 2006 года.

Предназначено для инженерно-технического персонала теплоэнергетических и других промышленных предприятий, на которых производится контроль качества воды. В качестве учебно-практического пособия полезно для студентов и аспирантов, обучающихся по направлению «Теплоэнергетика».

УДК 621.1 : 543.4
ББК 31.3 : 24.4

ISBN 978-5-383-01610-7

ISBN 978-5-383-01611-4 (кн. 1, 2)

© АО «Издательский дом МЭИ», 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	9
Книга первая. ФОТОМЕТРИЯ	
Введение	13
Глава первая. Теоретические основы абсорбционных методов анализа	
1.1. Свойства электромагнитного излучения	15
1.2. Основной закон светопоглощения (закон Бугера—Ламберта—Бера)	16
1.3. Отклонения от закона Бугера—Ламберта—Бера	19
1.3.1. Влияние концентрации	19
1.3.2. Влияние pH раствора	22
1.3.3. Влияние времени и температуры	24
1.3.4. Влияние посторонних веществ	24
1.3.5. Влияние монохроматичности света и показателя преломления среды	25
1.4. Электронные спектры поглощения	26
Глава вторая. Техника фотометрических измерений	
2.1. Измерение светопоглощения, определение оптической плотности	27
2.2. Выбор области светопоглощения	28
2.3. Выбор кюветы	30
2.4. Методы количественного анализа индивидуальных веществ	32
2.5. Спектрофотометрический анализ	35
2.6. Количественный спектрофотометрический анализ смесей	40
Глава третья. Аппаратура для фотометрического анализа	
3.1. Фотоэлектроколориметры	42
3.1.1. Колориметры фотоэлектрические концентрационные КФК-2, КФК-2МП	42
3.1.2. Фотометры фотоэлектрические КФК-3 и КФК-3-01	44
3.1.3. Переносной малогабаритный фотометр КФК-5М	46
3.1.4. Фотоколориметрический концентратомер ТехноФАМ-002.3	47
3.2. Спектрофотометры	51
3.2.1. Оптические схемы спектрофотометров	51
3.2.2. Источники излучения	54
3.2.3. Монохроматор	55
3.2.4. Приемники излучения (детекторы)	57
3.3. Фотометры с фильтрами	58

Глава четвертая. Определение концентрации основных элементов продуктов коррозии в водном теплоносителе электростанций	60
4.1. Условия обеспечения представительности проб.	60
4.2. Железо.	64
4.2.1. Основные условия определения микрограммовых концентраций железа	64
4.2.2. Перевод нерастворенных форм продуктов коррозии железа в ионную форму	68
4.2.3. Фотометрические методы определения микрограммовых концентраций железа	72
4.2.4. Определение концентрации железа с применением сульфосалициловой кислоты.	91
4.3. Медь	94
4.3.1. Получение глубоко обезмедненной воды	95
4.3.2. Сравнение различных методов перевода «нереактивной» меди в ионную форму	96
4.3.3. Определение микроконцентраций меди с применением индикатора ПАР	100
4.3.4. Получение обогащенных проб при определении концентрации меди в воде высокой степени чистоты	103
4.3.5. Определение концентрации меди экстракционным методом с применением диэтилдитиокарбамата свинца	105
4.3.6. Определение концентрации меди с применением купризона	109
4.3.7. Определение концентрации меди кинетическим методом.	114
4.3.8. Определение концентрации меди кинетическим методом по методике ОРГРЭС	119
4.4. Алюминий	122
4.4.1. Определение концентрации алюминия с применением стильбазо	122
4.4.2. Определение концентрации алюминия с применением алюминона	127
4.4.3. Определение концентрации алюминия с применением ксиленолового оранжевого.	130
4.5. Никель	133
4.5.1. Определение концентрации никеля с применением диметилдиоксима (методика 1)	133
4.5.2. Определение концентрации никеля с применением диметилдиоксима (методика 2)	137
4.6. Хром	139
4.6.1. Определение концентрации хрома с применением дифенилкарбазида	139
4.6.2. Определение концентрации хрома в контурных водах АЭС	143
4.6.3. Определение концентрации хрома по упрощенной методике	146
4.6.4. Определение концентрации шестивалентного и трехвалентного хрома при их совместном присутствии в пробе	148
4.7. Цинк	151
4.8. Марганец	154
4.9. Кобальт	157
Глава пятая. Определение концентрации анионов в воде.	162
5.1. Фосфаты	162
5.1.1. Определение концентрации фосфатов при образовании фосфорованадомolibденового комплекса	164

5.1.2. Определение концентрации фосфатов регулированием кислотности	167
5.1.3. Определение концентрации фосфатов с применением лимонной кислоты	175
5.1.4. Определение концентрации фосфатов с применением аскорбиновой кислоты	177
5.1.5. Определение концентрации фосфора в виде желтой фосфорномолибденовой гетерополиокислоты с применением экстракции	182
5.1.6. Определение концентрации фосфора в виде синей фосфорномолибденовой гетерополиокислоты с экстракцией	183
5.1.7. Косвенное определение концентрации фосфора	185
5.1.8. Определение концентрации полифосфатов	186
5.1.9. Определение концентрации «общего фосфора»	188
5.2. Силикаты	190
5.2.1. Определение концентрации силикатов по желтому кремнемолибденовому комплексу	192
5.2.2. Определение концентрации кремниевой кислоты по синему кремнемолибденовому комплексу	199
5.3. Нитраты	207
5.3.1. Определение концентрации нитратов с применением салицилата натрия	207
5.3.2. Определение концентрации нитратов с применением фенол-2,4-дисульфокислоты	212
5.4. Нитриты	215
5.5. Сульфаты	225
5.5.1. Определение концентрации сульфатов с применением солей бария и этиленгликоля	225
5.5.2. Определение концентрации сульфатов с применением хромата бария	227
Глава шестая. Определение концентрации соединений, используемых в теплоэнергетике	231
6.1. Кислород	231
6.2. Аммиак	234
6.2.1. Определение концентрации ионов аммония с применением реактива Несслера	234
6.2.2. Определение концентрации аммиака в присутствии октадециламина	241
6.3. Октадециламин	243
6.3.1. Определение концентрации октадециламина с применением метилового оранжевого	244
6.3.2. Определение концентрации ОДА в ионообменном материале	247
6.4. Ингибитор отложений ИОМС-1	247
6.4.1. Визуально-колориметрический метод	251
6.4.2. Спектрофотометрический метод	252
6.5. Нефтепродукты	254
6.5.1. Качественное определение	254
6.5.2. Количественное определение	255
6.6. Мутность	257
6.7. Цветность	260
Список литературы к книге первой	263

Книга вторая. ТИТРИМЕТРИЯ И ГРАВИМЕТРИЯ

Глава первая. Теоретические основы титриметрического и гравиметрического методов анализа	269
1.1. Титриметрия	269
1.1.1. Сущность метода	269
1.1.2. Основные понятия титриметрии	272
1.1.3. Классификация титриметрических методов	275
1.1.4. Влияние посторонних веществ	275
1.1.5. Кислотно-основное титрование	277
1.1.6. Комплексометрия	283
1.1.7. Окислительно-восстановительное титрование	287
1.2. Гравиметрия	289
Глава вторая. Методики определения показателей качества воды	296
2.1. Органолептические свойства воды	296
2.2. Прозрачность	300
2.3. Определение концентрации взвешенных веществ	302
2.4. Сухой и прокаленный остатки	304
2.5. Биохимическое потребление кислорода	306
2.6. Кислотность	311
2.7. Щелочность	315
2.8. Угловая кислота	322
2.9. Определение концентраций аммиака и солей аммония	329
2.10. Жесткость	331
2.11. Определение концентрации хлорид-ионов	341
2.12. Окисляемость (химическое потребление кислорода)	347
2.13. Определение концентрации кислорода	363
2.14. Определение концентрации гидразина в воде	375
2.15. Титриметрическое определение сульфатов	377
2.16. Гравиметрическое определение сульфатов	381
2.17. Определение содержания кремневой кислоты гравиметрическим методом	385
Глава третья. Автоматические бюретки и титраторы	389
Список литературы к книге второй	396
Приложение П.1. Формулы перехода от одних выражений концентрации растворов к другим	397
Приложение П.2. Смешанные индикаторы	398
Приложение П.3. Универсальные индикаторы	401
Приложение П.4. Методика расчета погрешностей	403