

В.А. Матюха  
А.Н. Жиганов

# Оксалаты переходных элементов

ИздАТ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

---

**В. А. Матюха, А. Н. Жиганов**

# **Оксалаты переходных элементов**

*(синтез, кристаллическая  
и молекулярная структура, термолиз)*

Москва • ИздАТ • 2012

УДК 661.743.14

ББК 24.123

М 353

Рецензент: Н. Н. Крот, доктор химических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации.

**Матюха В. А., Жиганов А. Н.**

**М 353 Оксалаты переходных элементов (синтез, кристаллическая и молекулярная структура, термолиз). — М. : ИздАТ, 2012. — 592 с. — ISBN 978-5-86656-264-0 (в пер.).**

Систематизированы и обобщены обширные экспериментальные данные, и на основании критического анализа представлено современное состояние химии оксалатных соединений переходных элементов по важным направлениям (синтез, кристаллическая и молекулярная структура, термолиз).

Интерес к исследованию и применению высокодисперсных и наноразмерных материалов на основе переходных элементов в различных областях науки и техники стремительно растет, и их оксалаты рассматриваются как перспективные исходные соединения для синтеза оксидных и металлических материалов с управляемыми микроструктурными характеристиками. Свойства оксалатных соединений, обусловленные методом и условиями синтеза (следовательно, обладающих заданной молекулярной и кристаллической структурой), а также последующей термической обработкой оказывают существенное влияние на морфологические особенности конечного продукта. Смешанные оксиды переходных элементов с морфологическим разнообразием наноструктур (нанотрубки, наностержни, наноленты, нановолокна и др.) можно получать, прокаливая соответствующие твёрдые растворы оксалатов. В этом случае повышается гомогенность продукта за счёт смешения компонентов на молекулярном уровне и значительно снижается температура образования смешанных оксидов по сравнению с их синтезом по классической керамической технологии. Полученные при низкотемпературном синтезе оксидные композиции имеют высокую удельную поверхность и обладают повышенной химической активностью.

Обсуждаются различные аспекты дальнейших исследований оксалатных систем переходных элементов.

Для научных, инженерно-технических работников, преподавателей, аспирантов и студентов.

Табл. 23. Ил. 207. Библиограф.: 702 назв.

**УДК 661.743.14**

**ББК 24.123**

ISBN 978-5-86656-264-0 (в пер.)

© Коллектив авторов, 2012

# ОГЛАВЛЕНИЕ

|                                                                        |            |
|------------------------------------------------------------------------|------------|
| Предисловие.....                                                       | 3          |
| Принятые обозначения .....                                             | 8          |
| <b>Глава 1. ОКСАЛАТЫ ЭЛЕМЕНТОВ<br/>ГРУППЫ IIIВ .....</b>               | <b>17</b>  |
| 1.1. Синтез оксалатных соединений.....                                 | 17         |
| 1.2. Кристаллическая и молекулярная структура .....                    | 23         |
| 1.3. Термическая устойчивость .....                                    | 36         |
| <b>Глава 2. ОКСАЛАТЫ ЭЛЕМЕНТОВ<br/>ГРУППЫ IVВ .....</b>                | <b>50</b>  |
| 2.1. Получение оксалатных соединений.....                              | 50         |
| 2.2. Кристаллическая и молекулярная структура .....                    | 57         |
| 2.3. Термическое разложение .....                                      | 64         |
| <b>Глава 3. ОКСАЛАТЫ ЭЛЕМЕНТОВ<br/>ГРУППЫ VВ .....</b>                 | <b>71</b>  |
| 3.1. Синтез оксалатных соединений.....                                 | 71         |
| 3.2. Кристаллическая и молекулярная структура .....                    | 85         |
| 3.3. Термическое разложение.....                                       | 104        |
| <b>Глава 4. ОКСАЛАТЫ ЭЛЕМЕНТОВ<br/>ГРУППЫ VIВ.....</b>                 | <b>110</b> |
| 4.1. Получение оксалатных соединений .....                             | 110        |
| 4.1.1. Простые оксалаты и твёрдые растворы<br>оксалатов металлов ..... | 110        |
| 4.1.2. Комплексные соединения.....                                     | 111        |

|                                                                        |            |
|------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.2. Кристаллическая и молекулярная структура .....                    | 144        |
| 4.3. Термическое разложение .....                                      | 197        |
| 4.3.1. Простые и комплексные оксалаты металлов .....                   | 197        |
| 4.3.2. Двойные комплексные соли .....                                  | 205        |
| <b>Глава 5. ОКСАЛАТЫ ЭЛЕМЕНТОВ ГРУППЫ VIII .....</b>                   | <b>208</b> |
| 5.1. Синтез оксалатных соединений.....                                 | 208        |
| 5.1.1. Простые и комплексные оксалаты металлов .....                   | 208        |
| 5.1.2. Твёрдые растворы оксалатов металлов .....                       | 227        |
| 5.1.3. Двойные комплексные соли .....                                  | 227        |
| 5.2. Кристаллическая и молекулярная структура .....                    | 231        |
| 5.3. Термическое разложение .....                                      | 262        |
| 5.3.1. Простые и комплексные оксалаты металлов .....                   | 262        |
| 5.3.2. Твёрдые растворы оксалатов металлов .....                       | 267        |
| <b>Глава 6. ОКСАЛАТЫ ЭЛЕМЕНТОВ ГРУППЫ VIII .....</b>                   | <b>270</b> |
| 6.1. Синтез оксалатных соединений.....                                 | 270        |
| 6.1.1. Простые и комплексные оксалаты металлов .....                   | 270        |
| 6.1.2. Двойные комплексные соли .....                                  | 322        |
| 6.1.3. Твёрдые растворы оксалатов металлов .....                       | 325        |
| 6.2. Кристаллическая и молекулярная структура .....                    | 330        |
| 6.3. Термическое разложение .....                                      | 403        |
| 6.3.1. Простые оксалаты и твёрдые растворы<br>оксалатов металлов ..... | 403        |
| 6.3.2. Комплексные оксалатные соединения.....                          | 421        |
| <b>Глава 7. ОКСАЛАТЫ ЭЛЕМЕНТОВ ГРУППЫ IV .....</b>                     | <b>439</b> |
| 7.1. Синтез оксалатных соединений.....                                 | 439        |
| 7.1.1. Простые и комплексные оксалаты металлов .....                   | 439        |
| 7.1.2. Двойные комплексные соли .....                                  | 453        |
| 7.2. Кристаллическая и молекулярная структура .....                    | 454        |
| 7.3. Термическая устойчивость .....                                    | 496        |
| 7.3.1. Простые и комплексные соединения .....                          | 496        |
| 7.3.2. Двойные комплексные соли .....                                  | 505        |

|                                                                   |            |
|-------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Глава 8. ОКСАЛАТЫ ЭЛЕМЕНТОВ ГРУППЫ ПVB .....</b>               | <b>508</b> |
| 8.1. Синтез простых и комплексных оксалатов металлов.....         | 508        |
| 8.2. Кристаллическая и молекулярная структура .....               | 525        |
| 8.3. Термическая устойчивость .....                               | 549        |
| 8.3.1. Простые и комплексные соединения .....                     | 549        |
| 8.3.2. Твёрдые растворы оксалатов<br>и механические смеси.....    | 558        |
| <b>Заключение (направления для дальнейших исследований) .....</b> | <b>561</b> |
| <b>Список литературы.....</b>                                     | <b>566</b> |