

# Содержание

|  |            |
|--|------------|
| <b>Введение</b> .....  | <b>3</b>   |
| <b>1. Вода в природе. Классификация вод</b> .....  | <b>6</b>   |
| 1.1. Показатели качества воды. Требования к качеству воды .....                                  | 8          |
| 1.1.1. Физико-химические показатели качества воды .....  | 8          |
| 1.1.2. Требования к качеству воды .....  | 15         |
| <b>2. Примеси в природной воде. Методы удаления загрязнений из раствора</b> .....                | <b>23</b>  |
| <b>МЕТОДЫ УДАЛЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ИЗ ВОДЫ. ОСНОВНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ИХ АППАРАТУРНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ</b> ..... | <b>30</b>  |
| <b>3. Физические методы очистки</b> .....  | <b>30</b>  |
| 3.1. Отстаивание .....   | 31         |
| 3.2. Фильтрация через зернистые загрузки .....   | 31         |
| 3.2.1. Насыпные фильтры периодического действия .....  | 31         |
| 3.2.2. Фильтры с плавающей загрузкой .....   | 49         |
| 3.2.3. Фильтры непрерывного действия .....   | 50         |
| 3.3. Мембранные методы. Фильтрация через пористую перегородку .....                              | 50         |
| 3.3.1. Организация процесса баромембранного разделения .....                                     | 51         |
| 3.3.2. Требования к мембранам .....  | 54         |
| 3.3.3. Макрофильтрация – удаление крупных дисперсных частиц .....                                | 56         |
| 3.3.4. Микрофильтрация и ультрафильтрация .....  | 65         |
| 3.3.5. Микрофильтрация .....   | 68         |
| 3.3.6. Ультрафильтрация .....  | 73         |
| 3.3.7. Обратный осмос и нанофильтрация .....   | 90         |
| 3.4. Обработка воды ультрафиолетом .....   | 118        |
| 3.5. Аэрация, дегазация, декарбонизация .....  | 121        |
| 3.5.1. Аэрация .....   | 121        |
| 3.5.2. Дегазация .....   | 124        |
| 3.5.3. Декарбонизация .....  | 125        |
| <b>4. Химические методы очистки</b> .....  | <b>130</b> |
| 4.1. Процессы окисления .....  | 130        |
| 4.2. Осадительные методы .....   | 138        |
| 4.2.1. Коагуляция .....  | 139        |
| 4.2.2. Флокуляция .....  | 146        |
| 4.2.3. Подбор дозы коагулянта и флокулянта .....   | 149        |
| 4.2.4. Контактная коагуляция .....   | 151        |
| 4.2.5. Оборудование для реагентной обработки и коагуляции .....                                  | 152        |
| 4.2.6. Химическое осаждение. Реагентный метод. Методы известкования и содоизвесткования .....    | 169        |
| <b>5. Физико-химические методы очистки</b> .....   | <b>183</b> |
| 5.1. Сорбционные процессы .....  | 183        |
| 5.1.1. Адсорбция .....   | 183        |
| 5.1.2. Ионный обмен .....  | 186        |

|   |            |
|---|------------|
| 5.2. Электромембранные процессы .....   | 236        |
| 5.2.1. Электродиализ .....  | 238        |
| 5.2.2. Электродеионизация .....   | 240        |
| <b>6. Способы водоподготовки. Технологии очистки воды<br/>для промышленного и бытового использования. Основные<br/>понятия и принципиальные схемы .....</b> | <b>254</b> |
| 6.1. Методы извлечения и разделения частиц .....  | 256        |
| 6.2. Очистка от взвешенных частиц .....   | 257        |
| 6.3. Обезжелезивание .....  | 257        |
| 6.4. Умягчение воды .....   | 272        |
| 6.4.1. Реагентное умягчение рассмотрено в разделе 4.2.5. ....   | 273        |
| 6.4.2. Ионный обмен .....   | 273        |
| 6.4.3. Наночистка .....   | 282        |
| 6.5. Обессоливание .....  | 283        |
| 6.5.1. Термические методы обработки воды .....  | 285        |
| 6.5.2. Обессоливание воды ионным обменом .....  | 286        |
| 6.5.3. Обратный осмос и наночистка .....  | 290        |
| 6.5.4. Сравнение методов обессоливания .....  | 292        |
| 6.6. Кондиционирование воды .....   | 296        |
| 6.6.1. Стабилизационная обработка воды для тепловых процессов .....   | 296        |
| 6.6.2. Кондиционирование питьевой воды .....  | 299        |
| 6.6.3. Кондиционирование воды для пищевой промышленности .....  | 299        |
| 6.7. Обеззараживание питьевой воды .....  | 300        |
| 6.8. Удаление органических загрязнений .....  | 306        |
| 6.9. Дехлорирование .....   | 307        |
| 6.10. Удаление нитратов .....   | 308        |
| 6.11. Сравнение методов очистки воды .....  | 310        |
| <b>7. Построение аппаратурно-технологических схем очистки воды<br/>для бытовых и промышленных целей. Примеры использования .....</b>                        | <b>312</b> |
| 7.1. Питьевая вода .....  | 312        |
| 7.1.1. Очистка воды для бытового (индивидуального) использования<br>(в коттеджах, домах, поселках) .....  | 314        |
| 7.1.2. Муниципальная водоподготовка .....   | 316        |
| 7.2. Вода для пищевых производств .....   | 332        |
| 7.2.1. Бутилированная вода: питьевая и минеральная .....  | 332        |
| 7.2.2. Подготовка воды для ликероводочных производств .....   | 336        |
| 7.2.3. Подготовка воды для производства соков .....   | 338        |
| 7.2.4. Подготовка воды для производства пива .....  | 341        |
| 7.2.5. Подготовка воды для теплоэнергетики .....  | 343        |
| 7.3. Подготовка воды для производства лакокрасочной продукции .....   | 354        |
| 7.4. Подготовка воды для производства минеральных удобрений .....   | 356        |

---

|  |            |
|--|------------|
| 7.5. Установки для нужд микроэлектронной промышленности<br>и медицины .....                                  | 359        |
| 7.5.1. Установки получения воды для медицинских целей .....  | 359        |
| 7.5.2. Установки для использования в микроэлектронике.....   | 365        |
| <b>Приложения .....</b>  | <b>368</b> |
| Приложение 1. Словарь терминов, используемых в водоподготовке .....  | 368        |
| Приложение 2. Состав вод рек РФ и СНГ .....  | 370        |
| Приложение 3. Преобразование английских и метрических единиц .....   | 372        |
| Приложение 4. Данные по веществам, входящим в состав воды<br>и используемым для ее очистки .....             | 373        |
| Приложение 5. Выбор методов очистки в зависимости от качества<br>исходной воды и требований потребителя..... | 374        |
| Приложение 6. Условия эксплуатации фильтрующих материалов<br>и ионообменных смол .....                       | 377        |
| <b>Литература .....</b>  | <b>378</b> |