

Содержание

Введение.....	5
Вода - основа жизни и базовое промышленное сырье	5
Современное состояние технологии и оборудования для очистки воды	6
1. Показатели качества воды. Требования к качеству воды.....	10
1.1. Физико-химические показатели качества воды	10
1.2. Требования к качеству воды	16
1.2.1. Питьевая вода.....	16
1.2.2. Вода для промышленности и энергетики	25
2. Примеси в природной воде. Методы удаления загрязнений из раствора	30
3. Физические методы очистки.....	35
3.1. Отстаивание	36
3.2. Фильтрация через зернистые загрузки	36
3.2.1. Насыпные фильтры периодического действия	36
3.2.1.1. Оборудование для механической фильтрации	42
Дренажно-распределительные устройства	45
Блоки автоматического управления	54
Серийные механические фильтры	57
3.2.1.2. Фильтрующие загрузки для механических фильтров.....	58
3.2.2. Фильтры с плавающей загрузкой.....	63
3.2.3. Фильтры непрерывного действия	65
3.3. Фильтрация через пористую перегородку. Мембранные методы.....	70
3.3.1. Организация процесса баромембранного разделения.....	71
3.3.1.1. Фронтальное, или «тупиковое», фильтрование («dead-end filtration»).....	71
3.3.1.2. «Тупиковое» фильтрование с регенерацией обратным током фильтрата	72
3.3.1.3. Фильтрование из тангенциального потока («cross-flow filtration»)	73
3.3.2. Требования к мембранам	74
3.3.3. Классификация мембран.....	76
3.3.3.1. Неорганические мембраны.....	77
3.3.3.2. Органические полимерные мембраны	81
3.3.3.3. Материалы для полимерных мембран.....	82
3.3.3.4. Методы получения полимерных мембран	85
3.3.4. Удаление крупных дисперсных частиц - макрофильтрация	90
3.3.4.1. Фильтрация с регенерацией мембраны обратным током очищенной воды. Автоматические самоочищающиеся фильтры	91
Барабанные фильтры.....	92
Напорные сетчатые самопромывные фильтры.....	93
Дисковые фильтры. Конструктивные особенности	100
Фильтры с микроволокном. Конструктивные особенности.....	110
3.3.5. Микрофильтрация и ультрафильтрация.....	112
3.3.5.1. Основные показатели эффективности микрофильтрации и ультрафильтрации	115
3.3.5.2. Тупиковая фильтрация.....	117
Материалы для мембран	119
Картриджные фильтры	122
Корпуса фильтров, или фильтродержатели	125
3.3.5.3. Тупиковая фильтрация с регенерацией обратным током	128
Аппараты с мембранами в виде полых волокон.....	130
Напорная фильтрация	135
Вакуумная фильтрация	139
Цикл работы в режиме напорной тупиковой фильтрации с регенерацией обратным током	141
Проверка целостности волокон.....	146
Ультрафильтрационные установки для работы в режиме тупиковой фильтрации и регенерации обратным током	148
Расчет основных параметров установки ультрафильтрации.....	154
3.3.5.4. Фильтрование из тангенциального потока («cross-flow filtration»).....	156
Плоскоребраемые аппараты.....	157
Аппараты с трубчатыми мембранами	159
Ультрафильтрационные установки.....	162
Рулонные элементы для ультрафильтрации	164

3.3.6. Обратный осмос и нанофильтрация	165
3.3.6.1. Основы процесса разделения	166
3.3.6.2. Основные характеристики обратного осмоса и нанофильтрации	173
3.3.6.3. Типы используемых мембран	176
3.3.6.4. Типы ОО и НФ мембранных элементов и их конструктивные особенности	184
Мембраны и аппараты для проведения обратноосмотических и нанофильтрационных процессов	184
3.3.6.5. Требования к качеству обрабатываемой воды.....	194
Система удаления механических частиц перед установкой ОО.....	199
Система удаления взвешенных частиц и коллоидов.....	199
Система удаления свободного хлора.....	200
Система предотвращения отложения солей жесткости.....	200
3.3.6.6. Установки обратного осмоса и нанофильтрации	204
3.3.6.7. Загрязнение и отмывка мембран	209
3.3.6.8. Расчет установок ОО и НФ.....	211
3.4. Обработка воды ультрафиолетом.....	212
3.5. Аэрация, деаэрация (дегазация) и декарбонизация	220
3.5.1. Аэрация.....	221
3.5.2. Дегазация.....	224
3.5.3. Декарбонизация	226
3.5.3.1. Углекислотное равновесие	227
3.5.3.2. Вакуумно-эжекционный декарбонизатор.....	229
3.5.4. Мембранная дегазация и декарбонизация	232
3.6. Термические методы обработки воды.....	244
4. Химические методы очистки.....	254
4.1. Процессы окисления	254
4.2. Осадительные методы.....	263
4.2.1. Химическое осаждение. Реагентный метод. Осаждение методами известкования и содоизвесткования.....	263
4.2.2. Коагуляция.....	266
4.2.2.1. Основы технологии коагуляции.....	266
4.2.2.2. Неорганические коагулянты.....	269
4.2.2.3. Органические коагулянты	272
4.2.3. Флокуляция.....	274
4.2.4. Подбор дозы коагулянта и флокулянта	277
4.2.5. Контактная коагуляция	280
4.2.6. Оборудование для реагентной обработки и коагуляции	281
4.2.6.1. Современные конструкции отстойников-осветлителей.....	292
Системы с рециркуляцией осадка	292
Системы с вводом утяжеляющих добавок	293
4.2.6.2. Аппараты для контактной коагуляции	298
5. Физико-химические методы очистки	302
5.1. Сорбционные процессы.....	302
5.1.1. Адсорбция	302
5.1.2. Ионный обмен.....	305
Неорганические иониты.....	306
Органические иониты.....	307
5.1.2.1. Основные характеристики ионитов	314
Катиониты	320
Аниониты	328
5.1.2.2. Регенерация ионитов	329
5.1.2.3. Ионообменное оборудование	332
Аппараты периодического действия.....	333
Прямоточные фильтры.....	333
Распределительные устройства	334
Противоточные фильтры.....	340
Установки с фильтрами периодического действия	347
Фильтры смешанного действия - ФСД.....	352
Разделение смеси ионитов	353
ФСД с внутренней регенерацией	355
ФСД с выносной регенерацией	358
Конструкции фильтров смешанного действия.....	360
Установки со смешанным слоем ионита	364
Намывные ионообменные фильтры	369

Установки непрерывного действия	374
5.2. Электромембранные процессы	378
5.2.1. Электродиализ	380
5.2.2. Электродеионизация	384
5.2.2.1. Принцип работы электродеионизации	385
5.2.2.2. Требования к исходной воде при электродеионизации	388
5.2.2.3. Модули электродеионизации: варианты исполнения	390
5.2.2.4. Установки электродеионизации	396
5.2.2.5. Борьба с загрязнением узлов установки	397
5.2.2.6. Практика применения установок электродеионизации	398
6. Способы водоподготовки. Очистка воды для промышленного и бытового использования. Основные понятия и принципиальная схема	402
6.1. Методы извлечения и разделения частиц	404
6.2. Очистка от взвешенных частиц	405
6.3. Обезжелезивание	405
6.4. Умягчение воды	423
6.4.1. Реагентное умягчение	424
6.4.2. Ионный обмен	425
6.4.3. Нанофильтрация	440
6.4.4. Электрохимическая обработка	443
6.5. Обессоливание	445
6.5.1. Термические методы обработки воды	447
6.5.2. Обессоливание воды ионным обменом	450
6.5.3. Обратный осмос и нанофильтрация	460
6.5.4. Сравнение методов обессоливания	462
6.6. Обеспечение надежности систем водоподготовки	466
6.7. Кондиционирование воды	473
6.7.1. Стабилизационная обработка воды для тепловых процессов	474
6.7.2. Кондиционирование питьевой воды	477
6.7.3. Кондиционирование воды для пищевой промышленности	478
6.8. Обеззараживание питьевой воды	479
6.9. Удаление органических загрязнений	487
6.10. Дехлорирование	489
6.11. Удаление нитратов	490
6.12. Сравнение методов очистки воды	492
7. Построение аппаратурно-технологических схем очистки воды для бытовых и промышленных целей. Примеры использования	494
7.1. Питьевая вода	494
7.1.1. Очистка воды для бытового (индивидуального) использования (в коттеджах, домах, поселках)	496
7.1.2. Муниципальная водоподготовка	498
7.1.2.1. Поселковые системы с использованием подземных вод	499
Очистка подземных вод Ямало-Ненецкого автономного округа	501
Контейнерные установки	504
7.1.2.2. Поселковые системы с использованием поверхностных вод	504
Городские системы	505
7.1.2.3. Примеры использования ультрафильтрации для водоподготовки в городских системах	509
Юго-Западная водопроводная станция (г. Москва)	509
Установка водоподготовки в г. Озерске	512
Пилотные испытания систем водоподготовки питьевой воды	513
7.2. Вода для пищевых производств	517
7.2.1. Бутилированная вода: питьевая и минеральная	517
Система подготовки минеральной воды на ООО «Денеб»	520
7.2.2. Подготовка воды для ликероводочных производств	520
7.2.2.1. Разработка установки водоподготовки для ООО «ОСТ АЛКО»	521
7.2.2.2. Разработка установки водоподготовки для ООО «Ферейн»	524
7.2.2.3. Система водоподготовки на заводе компании «Союз-Виктан»	528
7.3. Водоподготовка для производства соков	529
7.3.1. Производство соков на ООО «Амтел»	530
7.3.2. Производство соков на ООО «Мултон»	533
7.3.3. Реконструкция ВПУ на заводе по производству соков ОАО «Лебедянский»	536

7.4. Модернизация существующего оборудования водоподготовки	538
7.5. Подготовка воды для производства пива.....	540
7.5.1. Подготовка воды с помощью ионного обмена	541
7.5.2. Подготовка воды с помощью обратного осмоса	542
Система водоподготовки обессоливанием обратным осмосом на ОАО «Барнаульский пивоваренный завод»	542
7.6. Подготовка воды для теплоэнергетики	542
7.6.1. Установка подготовки питающей воды на Шатурской ГРЭС	542
7.6.2. Реконструкция ВПУ на Ростовской ТЭЦ-2	545
7.6.3. ВПУ для парогазовой электростанции г. Ноябрьска (Ямало- Ненецкий АО) - первое использование интегрированных мембранных технологий в отечественной энергетике	548
7.7. Подготовка воды для производства лакокрасочной продукции	552
7.8. Водоподготовка для производства минеральных удобрений	558
7.8.1. Реконструкция ВПУ Завода минеральных удобрений Кирово-Чепецкого химического комбината.....	558
7.9. Установки для нужд микроэлектронной промышленности и медицины	560
7.9.1. Установка получения воды для медицинских целей	561
7.9.2. Установки для использования в микроэлектронике	569
8. Бытовые малогабаритные устройства очистки воды.....	573
9. Вспомогательные устройства систем водоподготовки	584
9.1. Насосы-дозаторы.....	584
9.1.1. Насосы с импульсным вводом реагента.....	585
9.1.1.1. Поршневые насосы.....	585
9.1.1.2. Мембранные дозирующие насосы	586
9.1.1.3. Комбинированные системы	587
9.1.1.4. Конструкционные материалы для насосов-дозаторов.....	588
9.1.1.5. Системы привода	589
9.1.1.6. Системы автоматического управления	592
9.1.1.7. Мембранные насосы с пневматическим приводом.....	594
9.1.2. Насосы с постоянным вводом реагента	596
9.2. Блоки автоматического управления механическими и ионообменными фильтрами	597
9.2.1. Клапаны фирмы «Fleck»	599
9.2.2. Клапаны компании «Clack».....	607
9.2.3. Блоки управления компании «Autotrol».....	609
9.2.4. Клапаны компании «Siata»	612
9.2.5. Особенности эксплуатации клапанов с гидроприводом	614
9.2.6. Подбор блоков управления по производительности	616
Приложения	618
Приложение 1. О расчете аппаратурно-технологических схем и аппаратов систем водоподготовки	618
Приложение 2. Тезаурус.....	618
Приложение 3. Состав вод рек РФ и СНГ	621
Приложение 4. Преобразование английских и метрических единиц	622
Приложение 5. Данные по веществам, входящим в состав воды и используемым для ее очистки	623
Приложение 6. Выбор методов очистки в зависимости от качества исходной воды и требований потребителя	625
Приложение 7. Условия эксплуатации фильтрующих материалов и ионообменных смол.....	628
Приложение 8. Условия эксплуатации фильтрующих материалов на основе двуокиси марганца	629
Приложение 9. Сравнение расхода перманганата калия при регенерации загрузки и при прямом дозировании в воду.....	630
Литература.....	631