

Н. В. Пантелей В. А. Романко

ВОДОПОДГОТОВКА И ВОДНО-ХИМИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ ТЭС И АЭС

КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Допущено

Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебного пособия для студентов учреждений
высшего образования по специальностям непрерывной
образовательной программы высшего образования
«Теплоэнергетика и теплотехника»,
«Проектирование и эксплуатация атомных
электрических станций»



Минск
«Адукацыя і выхаванне»
2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	3
ПРЕДИСЛОВИЕ	4
ВВЕДЕНИЕ	6
ЧАСТЬ I. ВОДОПОДГОТОВКА. ВОДНО-ХИМИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ ТЭС И АЭС. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССОВ ОЧИСТКИ ВОДЫ.	8
Глава 1. Общая характеристика природных и технологических вод	8
1.1. Выбор и характеристика источников водоснабжения.	8
1.2. Характеристика примесей природных и технических вод	10
1.3. Показатели качества воды	13
Глава 2. Процессы, технологические схемы, оборудование предварительной очистки воды	21
2.1. Коагуляция коллоидных примесей воды.	22
2.2. Факторы, определяющие эффективность процесса коагуляции.	25
2.3. Способы проведения коагуляции воды	27
2.4. Умягчение воды методами осаждения	29
2.5. Фильтрование воды	31
2.6. Основное оборудование предочистки	34
2.7. Намывные фильтры.	40
2.8. Электромагнитные фильтры	42
2.9. Способы удаления железа в природных водах	44
Глава 3. Процессы, технологические схемы, оборудование для обработки воды методом ионного обмена	46
3.1. Физико-химические основы ионного обмена	47
3.2. Материалы для ионитной обработки воды и их характеристики	49
3.3. Особенности применения ионообменных материалов на АЭС.	51
3.4. Процессы ионного обмена	56
3.5. Полный цикл работы ионитного фильтра	61
3.6. Противоточные технологии очистки воды	63
3.7. Технологические схемы умягчения воды и области их применения	68
3.8. Технологические схемы химического обессоливания воды	71
3.9. Основное оборудование схем химического умягчения и обессоливания воды.	74
3.10. Краткая характеристика сточных вод ВПУ электростанций	79

Глава 4. Мембранные технологии в теплоэнергетике	80
4.1. Баромембранные процессы	81
4.2. Обратный осмос	82
4.3. Нанофильтрация	84
4.4. Ультрафильтрация и микрофильтрация	84
4.5. Мембранные аппараты и установки	86
4.6. Электромембранные процессы	88
Глава 5. Термическое обессоливание воды	92
5.1. Испарители кипящего типа	92
5.2. Испарители мгновенного вскипания	94
5.3. Использование метода дистилляции в системе водоподготовки и концентрирования жидких радиоактивных отходов АЭС	96
Глава 6. Удаление из воды растворенных газов	99
6.1. Физические методы удаления растворенных газов	100
6.2. Химические методы дегазации воды	107
Глава 7. Системы спецводоочисток энергоблоков с реакторами ВВЭР	109
7.1. Система СВО-1	110
7.2. Система СВО-2	112
7.3. Система СВО-3	113
7.4. Система СВО-4	115
7.5. Система СВО-5	116
7.6. Система СВО-6	117
7.7. Система СВО-7	119
Глава 8. Водно-химические режимы ТЭС и АЭС	120
8.1. Задачи организации ВХР ТЭС и АЭС	120
8.2. Влияние ВХР на работу оборудования ТЭС и АЭС	121
8.3. Водно-химический комплекс ТЭС и АЭС	123
8.4. ВХР барабанных котлов	125
8.5. ВХР прямоточных котлов сверхкритического давления	130
8.6. ВХР тепловых сетей	132
8.7. Водно-химические режимы АЭС	133
ЧАСТЬ II. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВОДОПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК ТЭС И АЭС	142
Глава 9. Методические указания к выполнению курсового проекта	142
9.1. Выбор источника водоснабжения ТЭС и АЭС, анализ показателей качества исходной воды	143
9.2. Выбор предварительной очистки воды и схемы ее химического обессоливания	144

9.3. Определение производительности ВПУ	153
9.4. Методика расчета ионитной части ВПУ	155
9.5. Компоновка оборудования ВПУ	167
9.6. Выбор водно-химического режима ТЭС	171
9.7. Выбор водно-химического режима АЭС	179
9.8. Выбор системы технического водоснабжения ТЭС и АЭС	182
ПРИЛОЖЕНИЕ	207
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ	216
ЛИТЕРАТУРА	218