



Министерство образования и науки Республики Казахстан
Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова
Кафедра теплоэнергетики

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по изучению дисциплины
«Физико-химические методы подготовки воды на ТЭС и ПП»
для специальности 5В071700 «Теплоэнергетика»

1 Данные о дисциплине:

В дисциплине изучаются основные качества природных вод, основные физико-химические методы подготовки воды. Знание основных физико-химических методов подготовки воды и оборудования необходимо для организации надежной и экономичной работы основного теплоэнергетического оборудования, осуществления оптимальных условий водно-химического режима, сокращения потребления химических реагентов при обработке воды, безопасной эксплуатации оборудования, уменьшения объема и агрессивности сточных вод и т.п.

Режим эксплуатации водоподготовительных установок и водно-химический режим должны обеспечивать работу электростанций и предприятий тепловых сетей без повреждений и снижения экономичности.

2 Трудоёмкость дисциплины

«Физико-химические методы подготовки воды на ТЭС и ПП» (3 кредита).
Курс рассчитан на 1 семестр. В семестре предусмотрено 30 лекционных занятий, 7,5 практических, 7,5 лабораторных и 90 часов самостоятельной работы студентов. Форма контроля — экзамен.

Таблица 1 – трудоемкость дисциплины

Семестр	Количество кредитов	Количество контактных часов по видам аудиторных занятий						Количество часов самостоятельной работы студента		Формы контроля
		всего	лекции	практические	лабораторные	студийные	индивидуальные	всего	СРСП	
6	3	135	30	7,5	15			82,5		экзамен
Всего	3	135	30	7,5	15			82,5		

Таблица 2 - трудоемкость дисциплины (заочная форма обучения)

Семестр	Количество кредитов	Количество контактных часов по видам аудиторных занятий						Количество часов самостоятельной работы студента		Формы контроля
		всего	лекции	практические	лабораторные	студийные	индивидуальные	всего	СРСП	
1	-	6	6	-	-			-	-	экзамен
1	-	12	12	-	-			-	-	
3	3	129	15	-	-			114	-	экзамен
Всего		147	33	-	-			114	-	

3 Цель и задачи дисциплины

Цели дисциплины:

Основной целью дисциплины «Физико-химические методы подготовки воды на ТЭС и ПП» является изучение методов подготовки воды и организации водно-химического режима.

Задачи дисциплины:

Ознакомление со свойствами и составом природных и контурных вод, с основными физико-химическими процессами, вызывающими коррозию оборудования, образования накипи и отложений, шлама, загрязнения пара и т.д.

Требования к знаниям, умениям и навыкам

В результате изучения дисциплины студенты должны знать:

- характеристики примесей и основные показатели качества воды;
 - основные методы предварительной очистки воды;
 - технологию ионного обмена;
 - технологии обработки высокоминерализованных вод и растворов;
 - технологии удаления газов;
 - технологии обработки охлаждающей воды;
 - технологии обезвреживания сточных вод;
- термическую водоподготовку.

В результате изучения дисциплины студенты должны уметь:

- рассчитывать основные параметры отдельных стадий обработки воды;
- рассчитывать интенсивность образования отложений и скорость коррозионных процессов;
- проектировать системы подготовки воды с учетом исходных данных и предъявляемых требований.

В результате изучения дисциплины студенты должны иметь представление:

- о целях и задачах подготовки воды на ТЭС на промышленных предприятиях;
- об основных методах подготовки воды;
- о принципах проектирования систем водоподготовки.

В результате изучения дисциплины студенты должны владеть:

- экспериментальными методами анализа технологических параметров воды;
- методами анализа переходных процессов вода-пар;
- методами расчета и выбора оборудования водоподготовительных установок;
- методами моделирования систем водоподготовки с использованием вычислительной техники.

4 Компоненты курса:

4.1 Содержание теоретического курса

Тема 1 Введение

Использование воды в теплоэнергетике. Типичные схемы обращения воды в циклах ТЭС и АЭС. Физико-химические свойства воды и пара. Примеси природных вод, характеристика, классификация. Показатели качества природных и технологических вод. Требования, предъявляемые к качеству воды для обеспечения надежной работы теплоэнергетических предприятий.

Тема 2 Предварительная очистка

Общие положения. Коллоидно-дисперсные системы, коллоидные примеси воды. Механизм коагуляции. Коагулянты. Флокулянты. Электрокоагуляция. Определение оптимальных режимов работы, типа и дозы коагулянта. Известкование. Механизм известкования. Расчет дозы извести при известковании. Совмещение реагентных методов предочистки воды. Осветление воды фильтрованием. Механизм процесса фильтрования. Адгезионное и пленочное фильтрование. Фильтрующие материалы. Конструкции и эксплуатация фильтров.

Тема 3 Обработка воды методом ионного обмена

Общие сведения о ионитах и закономерностях ионообменных процессов. Технологические характеристики ионитов. Технология ионного обмена. Способы регенерации ионитов. Катионирование. Анионирование. Химическое обессоливание. Фильтры смешанного действия, их регенерация. Технологические схемы ионитных установок. Эксплуатация ионитных фильтров. Выбор и расчет схем очистки воды. Малосточные схемы ионитных водоподготовок.

Тема 4 Мембранные методы очистки воды

Общие положения. Технология обратного осмоса и ультрафильтрации. Принцип обратного осмоса. Механизм перехода воды через мембрану. Типы мембран. Типы и конструкции аппаратов.

Технология электродиализа. Катодные и анодные реакции. Требования, предъявляемые к качеству ионообменных мембран. Комбинирование мембранных методов с ионным обменом. Типы и конструкции аппаратов.

Тема 5 Удаление газов из воды

Растворимость газов в воде. Десорбция газов из воды. Избирательная десорбция. Деаэраторы. Технология удаления газов в деаэраторах. Декарбонизаторы. Технология удаления диоксида углерода в декарбонизаторах. Принципиальные схемы и конструкции декарбонизаторов. Методика расчета декарбонизаторов. Химические методы удаления газов из воды.

Тема 6 Обработка охлаждающей и циркуляционной воды

Системы охлаждения и циркуляции воды. Стабильность охлаждающей воды. Образование и характер отложений. Предотвращение образования минеральных отложений (продувка, подкисление, фосфатирование, обработка комплексонами). Физические методы обработки воды. Предотвращение биологических и Срастаний систем охлаждения и циркуляции. Расчет необходимых доз реагентов.

Тема 7 Термическое обессоливание воды

Физико-химические основы дистилляции. Включение испарителей в тепловую схему электростанций. Термическое обессоливание в испарителях кипящего типа и аппаратах мгновенного вскипания. Конструкции испарителей. Паропреобразовательные установки. Схемы испарительных и паропреобразовательных установок. Очистка пара в испарителях и паропреобразовательных

установках. Расчет сепараторов и паропромывочных устройств. Требования к качеству дистиллята испарителей и вторичного пара паропреобразователей. Основные показатели тепловой и общей экономичности испарительных и паропреобразовательных установок.

Тема 8 Стоки электростанций и технологии их обезвреживания

Водоподготовка и ее влияние на окружающую среду. Сточные воды систем охлаждения. Сточные воды водоподготовительных установок. Стоки, загрязненные нефтепродуктами. Стоки от консервации оборудования и химических очисток. Обмывочные воды регенеративных воздухоподогревателей мазутных котлов. Поверхностные сточные воды.

4.2 Перечень практических занятий

Тема 1 Способы выражения концентрации растворов

Объемная концентрация. Молярная концентрация. Эквивалентная концентрация. Электронейтральность воды.

Тема 2 Жесткость

Пример решения задачи.

Тема 3 Щелочность

Пример решения задачи.

Тема 4 Коагуляция воды

Пример решения задачи.

Тема 5 Фильтрация воды

Пример решения задачи.

Тема 6 Процессы умягчения воды по методу осаждения и расход реагентов
Известкование.

Тема 7 Процессы умягчения, работа катионитного фильтра и расход реагентов

Пример решения задачи.

4.3 Содержание лабораторных занятий

Тема 1 Предварительная очистка воды

Занятие 1. Конструкция насыпных и намывных фильтров. Их обслуживание.

Занятие 2. Расчет декарбонизатора. Выбор декарбонизатора и его обслуживание.

Тема 2 Очистка воды на ионитных фильтрах

Занятие 3,4,5,6,7. Расчет промышленной установки по схеме натрий – катионирования с предочисткой для ТЭЦ различной мощности.

4.4 Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение студентами

Тема 1 Качество природных вод

Применение воды в теплоэнергетике [2, с.4]. Биологические показатели качества воды [2, с.8].

Тема 2 Предварительная очистка воды

Очистка воды едконатриевым и содо-едконатриевым способом. Организация химического обескислороживания [2, с. 182].

Тема 3 Очистка воды на ионитных фильтрах

Промышленные катиониты и аниониты [2, с.92], [1, с.71].

Тема 4 Обессоливание воды

Схемы включения испарительных и паропреобразовательных установок [1, с.104], [2, с.184].

Тема 5 Обработка воды и конденсата на промышленных предприятиях

Технологические схемы очистки воды и конденсата в ФСД [2, с.165].

Тема 6 Обработка сточных вод

Сточные воды от установок химводоочистки [1, с.124]. Применение окислителей для борьбы с биологическим обрастанием теплообменников и обеззараживания воды [2, с.210].

Содержание самостоятельной работы студента

№	Вид СРС	Форма отчетности	Вид контроля	Объем в часах
1	Подготовка к лекционным занятиям		Участие на занятиях	10
2	Подготовка к практическим занятиям	Рабочая тетрадь	Участие на занятиях	2
3	Подготовка к лабораторным работам	Рабочая тетрадь	Участие на занятиях	10
4	Выполнение домашних заданий	Реферат	Участие на занятиях	15
5	Изучение материала не вошедших в содержание аудиторных занятий	Конспект		20
6	Подготовка к контрольным мероприятиям		РК 1, РК 2	3
	Всего			60

№	Вид СРС	Форма отчетности	Вид контроля	Объем в часах
1	Подготовка к лекционным занятиям		Участие на занятиях	15
2	Подготовка к практическим занятиям	Рабочая тетрадь	Участие на занятиях	20
3	Подготовка к лабораторным работам	Рабочая тетрадь	Участие на занятиях	15
4	Выполнение домашних заданий	Реферат	Участие на занятиях	30
5	Изучение материала не вошедших в содержание аудиторных занятий	Конспект		30
6	Подготовка к контрольным мероприятиям		РК 1, РК 2	4
	Всего			114

5 Список литературы

Основная:

- 1 Глазырин А.И., Музыка Л.П., Кабдуалиева М.М. Подготовка воды для тепловых электростанций и промышленных предприятий./ Учебное пособие. – Алматы: Республиканский издательский кабинет. 1997. – с.320
- 2 Громогласов А.А., Копылов А.С, Пильщиков А.П. Водоподготовка: Процессы и аппараты: Учебное пособие для вузов. - М.: Энергоатомиздат, 1990. – с.272
- 3 Копылов А.С, Лавыгин В.М., Очков В.Ф. Водоподготовка в энергетике: Учебное пособие для вузов. - М.: Издательство МЭИ, 2006. – с.310
- 4 Кишневский В.Л. Современные методы обработки воды в энергетике: Учебное пособие для вузов. - Одесса: ОГНУ, 1999. –с.257
- 5 Солодянников В.В. Расчет и математическое моделирование процессов водоподготовки. - М.: Энергоатомиздат, 2003. –с.320

Дополнительная:

- 6 Александров А.А., Григорьев Б.А. Таблица теплофизических свойств воды и водяного пара: ГСССДР-776-98: Справочник. - М: МЭИ, 1999. –с.168
- 7 Белан Ф.И. Водоподготовка.- М.: Энергия. 1979. –с.208
- 8 Вихрев В.Ф., Шкроб М.С. Водоподготовка. - М.: Энергия, 1973. –с. 420
- 9 Иовчев М. Коррозия теплоэнергетического и ядерно-энергетического оборудования. - М: Химия, 1988. –с.224
- 10 Лифшиц О. В. Справочник по водоподготовке котельных установок. -М.: Энергия, 1976. –с.456
- 11 Стерман Л.С, Покровский В.Н. Физические и химические методы обработки воды на ТЭС: Учебник для вузов. - М.: Энергоатомиздаг, 1991. –с. 328

