

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ.И.РАЗЗАКОВА**

Кафедра «Теплотехника и безопасность жизнедеятельности»

ПОДГОТОВКА ВОДЫ НА ТЭС

**Методические указания к контрольной работе для
студентов дистанционного обучения по специальности
*«Тепловые электрические станции»***

Бишкек 2014

«Рассмотрено»
На заседании кафедры
«Теплотехника и БЖД»
Прот. № 8 от 17.03.2014 г.

«Одобрено»
Методическим советом
энергетического факультета
Прот. № 24 от 19.12.2014 г.

УДК 502.55: 621.311.22

Составитель: Лубинская Т.А.

«Подготовка воды на ТЭС»/ Методические указания к контрольной работе для студентов дистанционного обучения по специальности *«Тепловые электрические станции»* /КГТУ им. И. Раззакова; Сост.: Лубинская Т.А./ - Б.: ИЦ «Текник», 2014. - 12 с.

Методические указания составлены в соответствии с Государственным стандартом высшего профессионального образования подготовки дипломированного специалиста по направлению «Теплоэнергетика» (специальности «Тепловые электрические станции») и подготовки бакалавров по направлению «Теплоэнергетика». Методические указания содержат: программу учебной дисциплины, вопросы для самоконтроля по разделам, перечень практических работ, задания на контрольную работу по вариантам.

Библиогр.: 5 назв.

Рецензент, профессор **Саньков В.И.**

Дисциплина "**Подготовка воды на ТЭС**" предназначена для реализации государственных требований к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников по специальности «Тепловые электрические станции».

Данная дисциплина предусматривает изучение основ теории водно-химических процессов, происходящих в теплотехническом оборудовании; методов организации рационального водного режима.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- технологические схемы водоподготовительных установок и правила ведения процесса очистки воды;
- конструкцию и принцип работы: водоподготовительных установок, фильтров различных систем, насосов, дозаторов, декарбонизаторов, деаэраторов, отстойников осветлителей и других аппаратов;
- загрязнение пара и способы предотвращения загрязнения;
- причины образования накипи и её удаление;
- основные химические процессы коагуляции, осаждения, осветления, умягчения, обессоливания, пассивации и подкисления питательной воды, химические реагенты, реактивы, применяемые при химводоочистки, способы их применение;

уметь:

- выполнять подбор и проводить расчеты водоподготовительных установок.

1. Программа учебной дисциплины

Введение

Цели и задачи дисциплины «Подготовка воды на ТЭС», ее связь с другими изучаемыми дисциплинами. Сведения о пароводяном цикле котельных установок. Значение водно-химического режима, обеспечивающего надежную и безопасную работу теплотехнического оборудования. Перспективы развития водно-химических служб электрических станций и котельных в современных условиях.

Вопросы для самоконтроля

1. Нарисуйте принципиальную тепловую схему ТЭЦ и охарактеризуйте назначение основного оборудования.

РАЗДЕЛ 1. ПРИМЕСИ ПРИРОДНЫХ ВОД

Тема 1.1. Качество природных вод

Характеристика водных источников.

Физико-химический состав природных вод. Растворенные и взвешенные вещества. Классификация состава природных вод по величине минерализации и по преобладающему иону. Классификация примесей по степени дисперсности. Физические и химические показатели качества природной воды. Соотношение показателей качества, их проверка. Признаки коррозионной агрессивности воды

Вопросы для самоконтроля

1. Какие примеси присутствуют в природных водах?
2. Перечислите основные показатели качества воды.
3. Какая вода считается стабильной.
4. Какие основные катионы и анионы поступают в природные воды и за счёт чего?

РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ

Тема 2.1. Удаление из воды грубодисперсных и коллоидных примесей

Основные методы осветления воды. Сущность процесса коагуляции. Физико-химические основы коагуляции. Коагулирующие реагенты, их свойства. Процессы, происходящие при введении их в воду. Основные факторы, определяющие течение процесса. Использование хлорирования и применение флокулянтов для интенсификации коагуляции. Схемы коагуляционных установок с осветлителем и без него. Потребность в реагентах. Основное оборудование коагуляционных установок. Контроль качества коагулированной воды. Использование новых коагулянтов типа оксихлорида алюминия.

Конструкция и принцип работы осветлителя ВТИ, ЦНИИ.

Сущность процесса фильтрования воды. Материалы, используемые в осветительных фильтрах. Конструкция, классификация и принцип работы механического фильтра (вертикального, горизонтального, многокамерного фильтра).

Вопросы для самоконтроля

1. Нарисуйте схему осветлителя и охарактеризуйте назначение его внутренних устройств.
2. Поясните принцип действия и устройство осветлительного (механического) фильтра.

Тема 2.2. Обработка воды методом осаждения

Физико-химические основы метода осаждения. Умягчение воды известковым, известково-содовым, щелочным и фосфатным методом. Дозы реагентов. Достоинства и недостатки. Выбор метода осаждения для умягчения исходной воды. Совмещение процессов известкования и коагуляции в осветителях. Процессы, протекающие при известковании воды. Величина рН, выбор типа коагулянта. Показатели качества известково-коагулированной воды.

Схемы для умягчения воды содовым и известковым методом.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие реагенты используются в процессах осаждения в осветителях?
2. Нарисуйте схему хранения извести и приготовления известкового молока, поясните назначение оборудования, включенного в эту схему.
3. Нарисуйте схему хранения коагулянта, приготовления и дозирования его рабочих растворов.
4. Почему при использовании коагулянта - сернокислого алюминия возникает необходимость подщелачивания обрабатываемой воды?

Тема 2.3. Обработка воды методом ионного обмена

Сущность процесса ионного обмена, обессоливание воды. Катиониты и аниониты. Классификация. Ряд селективности ионитов.

Конструкция и принцип работы катионитного фильтра (прямоточного, противоточного, ступенчато-противоточного; особенности работы Na, H, NH₄ - катионитных фильтров.

Конструкция и принцип работы анионитных фильтров.

Конструкция и принцип работы фильтров смешанного действия с внутренней и выносной регенерацией.

Процесс восстановления ионных фильтров.

Схемы обработки воды методом ионного обмена.

Схема нейтрализации сточных вод.

Выбор схемы для обработки воды методом ионного обмена для различных источников водоснабжения.

Вопросы для самоконтроля

1. Нарисуйте схему Na-катионитного фильтра, поясните его конструкцию и принцип действия.
2. Нарисуйте схему H-катионитного фильтра, поясните его конструкцию и принцип действия.
3. Нарисуйте схему OH-анионитного фильтра, поясните его конструкцию и принцип действия.

4. Нарисуйте схему фильтра смешанного действия (ФСД), поясните его конструкцию и принцип действия.

5. Нарисуйте схему нейтрализации сточных вод ВПУ

6. Нарисуйте схему проведения выносной регенерации ФСД и поясните назначение фильтров-регенераторов.

Тема 2.4. Обработка пара и конденсата

Причины загрязнения пара и конденсата.

Очистка турбинного конденсата.

Очистка производственного конденсата. Условия применения.

Схемы установок для обезмасливания пара и конденсата и принцип работы аппарата по обезжелезиванию конденсата.

Вопросы для самоконтроля

1. Нарисуйте схему сорбционного угольного фильтра, поясните его конструкцию и принцип действия.

2. Нарисуйте схему очистки возвратного производственного конденсата и поясните назначение включенных в схему аппаратов.

Тема 2.5. Магнитная обработка воды

1. Влияние магнитного поля на свойства воды и ее примесей, назначение магнитной обработки воды.

2. Конструкция и принцип работы аппарата для магнитной обработки воды.

Вопросы для самоконтроля

1. Сущность магнитной обработки воды.

Тема 2.6. Удаление из воды коррозионно-агрессивных газов

Сущность процесса термической деаэрации. Конструкция и типы деаэраторов, принцип их работы.

Химическое обескислороживание. Применение сульфита натрия, гидразина.

Сущность процесса дегазации. Устройство и принцип действия дегазатора.

Вопросы для самоконтроля

1. Сущность термической деаэрации? Виды деаэрации.

2. Виды гидразина. Свойства.

3. Сущность процесса дегазации. Аппараты

РАЗДЕЛ 3. ОБРАЗОВАНИЕ ОТЛОЖЕНИЙ В ПАРОВЫХ КОТЛАХ И ТЕПЛООБМЕННИКАХ

Тема 3.1. Отложения в котлоагрегатах, теплообменниках и их предотвращение и удаление

Процесс образования отложений, виды накипей. Очистка котла предпусковая и эксплуатационная. Очистка теплообменников. Обработка воды комплексонами.

Коррозия теплосилового оборудования и методы борьбы с ней. Обеспечение безаварийной работы систем водоснабжения.

Вопросы для самоконтроля

1. Что называется котельным шламом и накипью?
2. Виды накипей, структура.
3. Комплексоны, назначение, свойства.

РАЗДЕЛ 4. ВОДНЫЙ РЕЖИМ ПАРОВЫХ КОТЛОВ

Тема 4.1. Загрязнение пара и способы борьбы с ним

Качество вырабатываемого пара, капельный и избирательный унос, явление набухания воды, солевой баланс котлоагрегата.

Методы получения чистого пара. Сепарация, устройство внутрибарабанного сепаратора. Продувка, ступенчатое испарение воды.

Вопросы для самоконтроля

1. Капельный и избирательный унос пара.
2. Явление набухания воды.
3. Назначение продувки котлов.

РАЗДЕЛ 5. ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВОДОПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Тема 5.1. Основы проектирования водоподготовительных установок

Принципиальные схемы и компоновки водоподготовительных установок котельных и тепловых электрических станций.

Методика расчета схем и выбор основного оборудования водоподготовительных установок

Выбор схемы водоподготовительных установок по заданному источнику воды и требованиям к качеству воды и пара.

Вопросы для самоконтроля

1. Нарисуйте схему блочной обессоливающей установки и поясните назначение включенных в схему аппаратов.

2. Перечень практических работ

№	Наименование занятия	Кол-во часов
1	Показатели качества воды. Способы выражения концентрации растворов, жесткость и щелочность воды.	2
2	Обработка воды по методу ионного обмена. Расчет натрий-катионитных установок, расчет оборудования, фильтров.	2
3	Биологические методы очистки. Определение ХПК, БПК.	2

3. Задания на контрольную работу

Контрольная работа состоит из десяти вариантов. Каждый вариант содержит пяти вопроса и одной задачи. Вариант контрольной работы определяется по последней цифре номера студента по журналу. При окончании номера на “0” выполняется вариант №10, при последней цифре “1” – вариант №1 и т.д.

Контрольная работа выполняется в тетради сине-фиолетовой пастой. Особое внимание уделять не только содержанию ответов, но и четкому, разборчивому почерку, текст работы надо писать через строчку, сокращения терминов использовать только в соответствии с ГОСТ.

В контрольной работе приводятся необходимые эскизы, схемы в карандаше.

В текстовой и графической частях работы следует соблюдать терминологию и обозначения, соответствующие действующим ГОСТом.

На каждой странице оставляется поле шириной 3-4 см для замечаний проверяющего работу. После ответа на последний вопрос приводится список использованной литературы, нормативных актов, стандартов.

При выполнении контрольной работы необходимо соблюдать следующие требования:

– в контрольную работу следует записывать контрольные вопросы и условия задач. После вопроса должен следовать ответ на него. Содержание ответов должно быть четким и кратким;

– для всех исходных и вычисленных физических величин должна указываться размерность; при этом следует иметь в виду, что числовые значения величин можно подставлять только в том случае, если их размерность совпадает;

– при выборе недостающих параметров следует указывать источник, откуда взяты данные величин.

Работа сдается на проверку за неделю до зачета (экзамена). После получения прорецензированной работы студенту необходимо исправить отмеченные ошибки, выполнить все указания преподавателя и повторить недостаточно усвоенный материал. Не зачтенная контрольная работа подлежит повторному выполнению.

Контрольная работа не зачитывается если:

- нет ответа на один из вопросов;
- ответы на вопросы (вопрос) даны не из своего варианта;
- не полные ответы или много ошибок, и тогда студент выполняет ее заново с учетом всех замечаний.

Задания, выполненные не по своему варианту, не зачитываются и возвращаются студенту.

В конце контрольной работы указать список использованной литературы.

При получении неудовлетворительной оценки на зачете (экзамене), студент-заочник имеет право на повторный экзамен, а в случае неудовлетворительного ответа на повторном экзамене - сдает экзамен комиссии.

Вопросы для контрольной работы

Вариант 1

1. Конструкция и типы деаэраторов.
2. Магнитная обработка воды.
3. Нейтрализация сточных вод ВПУ.
4. ЗАДАЧА: Жесткость исходной воды составляет 6 мг-экв/л, а концентрация катиона кальция 80 мг/л. Определить магниевую жесткость и концентрацию магния.

Вариант 2

1. Известково-содовый способ умягчения воды. Доза. Область применения.
2. Схема двухступенчатого Na-катионирования воды на ТЭЦ. Область применения.
3. Сущность процесса коагуляции. Образование коллоидной мицеллы.
4. ЗАДАЧА: Качество исходной воды характеризуется следующими данными : $J_0=10$ мг-экв/л, $J_{нк}=4$ мг-экв/л. Определить $J_{са}$, J_k и J_{Mg} , если $J_0/J_{Mg} = 5$

Вариант 3

1. Щелочной способ умягчения воды. Доза. Область применения.
2. Конструкция и принцип работы механического горизонтального фильтра.
3. Конструкция и принцип работы механического двухкамерного фильтра.
4. ЗАДАЧА: Жесткость исходной воды составляет 4200 мкг-экв/л, а концентрация катиона кальция 60 мг/л. Определить магниевую жесткость .

Вариант 4

1. Коррозия теплосилового оборудования. Методы борьбы с ней.
3. Выбор схемы ВПУ.
3. Конструкция и принцип работы ионитного параллельно-точного фильтра.
4. ЗАДАЧА: Качество исходной воды характеризуется следующими данными : $J_0=7$ мг-экв/л, $J_k=2$ мг-экв/л. Определить $J_{са}$, $J_{нк}$ и J_{Mg} , если $J_0/J_{Ca}=2$

Вариант 5

1. Механизм протекания процесса коагуляции.
2. Образование отложений. Виды накипей.
3. Конструкция и принцип работы ионитного противоточного фильтра.
4. ЗАДАЧА: Жесткость исходной воды составляет 4,5 мг-экв/л, а концентрация катиона магния 46 мг/л. Определить кальцевую жесткость и концентрацию кальция.

Вариант 6

1. Конструкция и принцип работы осветлителя ВТИ.
2. Очистка турбинного конденсата.
3. Схемы глубокого химического обессоливания воды на ТЭС. Область применения.
4. ЗАДАЧА: Определить общую жесткость воды, если концентрация катиона магния 180 мг/л, а концентрация катиона кальция 160 мг/л

Вариант 7

1. Конструкция и принцип работы осветлителя ЦНИИ.
2. Характеристика ионизированных примесей природных вод.
3. Схема параллельного Н-Na-катионирования воды. Область применения.
4. ЗАДАЧА: Жесткость исходной воды составляет 5600 мкг-экв/л, а концентрация катиона магния 45 мг/л. Определить кальциевую жесткость.

Вариант 8

1. Обработка воды комплексонами.
2. Очистка производственного конденсата.
3. Конструкция и принцип работы механического двухслойного фильтра.
4. ЗАДАЧА: Определить общую жесткость воды, если концентрация катиона магния 5420 мкг/л, а концентрация катиона кальция 4160 мкг/л

Вариант 9

1. Методы осветления воды.
2. Химическое обескислороживание воды.
3. Схема Н-катионирования с «голодной» регенерацией. Область применения.
4. ЗАДАЧА: В воде присутствуют иониты: Ca^{+2} –0,3 мг-экв/л ; Mg^{+2} –0.8 мг-экв/л, Na^{+} - 1.01 мг-экв/л, HCO^{-3} –0.9 мг-экв/л, OH^{-} 0.7 мг-экв/л, CO^{-3} -0. мг-экв/л. Определить общую щелочность воды

Вариант 10

1. Фильтры смешанного действия с выносной регенерацией. Конструкция, принцип работы.
2. Методы получения чистого пара. Сепарация, устройство внутрибарабанного сепаратора.
3. Сущность процесса термической деаэрации.
4. ЗАДАЧА: В воде присутствуют иониты: Ca^{+2} –2,5 мг-экв/л ; Mg^{+2} –1.8 мг-экв/л, Na^{+} -3.2 мг-экв/л, HCO^{-3} –2 мг-экв/л, OH^{-} 2,5 мг-экв/л, CO^{-3} -2,0. мг-экв/л. Определить общую щелочность воды

Вариант 11

1. Технологические показатели качества воды.
2. Конструкция и принцип работы механического вертикального фильтра.

3. Схема последовательного Н-На-катионирования воды. Область применения.

4. ЗАДАЧА. Состав примесей воды, мг-экв./дм³: $C_{Ca^{2+}} = 3$; $C_{Mg^{2+}} = 1$; $C_{Na^+} = 1$; $C_{HCO_3^-} = 3$; $C_{SO_4^{2-}} = 1$; $C_{Cl^-} = 1$. Определить жесткость и щелочной воды.

Вариант 12

1. Сущность процесса фильтрования воды.

2. Сущность ионного обмена.

3. Конструкция и принцип работы сорбционного фильтра.

4. ЗАДАЧА. Жесткость исходной воды составляет 4 мг-экв/л, а концентрация катиона кальция 60 мг/л. Определить магниевую жесткость и концентрацию магния.

Вариант 13

1. Физико-химические показатели качества воды.

2. Схемы предварительной обработки вод ВПУ.

3. Фильтры смешанного действия с внутренней регенерацией. Конструкция, принцип работы.

4. ЗАДАЧА. В воде присутствуют иониты: $Ca^{+2} - 3,5$ мг-экв/л ; $Mg^{+2} - 0,8$ мг-экв/л, $Na^+ - 3,4$ мг-экв/л, $HCO_3^- - 1,5$ мг-экв/л, $OH^- - 2,5$ мг-экв/л, $CO_3^{2-} - 2,1$ мг-экв/л. Определить общую щелочность воды

Вариант 14

1. Причины загрязнения пара и конденсата

2. Методы предотвращения отложений: очистка теплообменников.

3. Конструкция и принцип работы ионитного ступенчато-противоточного фильтра.

4. ЗАДАЧА. Определить общую жесткость воды, если концентрация катиона магния 3480 мкг/л, а концентрация катиона кальция 4240 мкг/л

Вариант 15

1. Паровой цикл котельных установок. Схема обращения воды в цикле ТЭЦ.

2. Схема одноступенчатого На-катионирования воды Область применения.

3. Характеристика природных вод и их классификация

4. ЗАДАЧА. Жесткость исходной воды составляет 4625 мкг-экв/л, а концентрация катиона магния 55 мг/л. Определить кальциевую жесткость.

Литература

1. Копылов А.С., Лавыгин В.М., Очков В.Ф. Водоподготовка в энергетике: Учебное пособие для студентов вузов. М.: Издательство МЭИ, 2006 г.
2. Белан Ф. И. Водоподготовка. -М.: Энергия, 1979.
3. Белан Ф.И. Водоподготовка: (расчеты, примеры, задачи). – М.: Энергия, 1980.
4. Стерман Л.С., Покровский В.В. Химические и термические методы обработки воды на ТЭС. - М.: Энергия, 1981.
5. Кострикин Ю.М. и др. Водоподготовка и водный режим энергообъектов низкого и среднего давления: Справочник. М.: Энергоатомиздат, 1990.

Корректор *Эркинбек к. Ж.*
Редактор *Турдукулова А.К.*
Тех.редактор *Кочоров А.Д*

Подписано к печати 27.02.2015 г. Формат бумаги 60x84¹/₁₆.
Бумага офс. Печать офс. Объем 1 п.л. Тираж 30 экз. Заказ 152. Цена 17,1с.

Бишкек, ул. Сухомлинова, 20. ИЦ “Текник” КГТУ им. И.Раззакова, т.: 54-29-43
e-mail: beknur@mail.ru

