



Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Начальник УРОПСИ

Фонд оценочных средств
(приложение к рабочей программе модуля)
«ВОДОПОДГОТОВКА»

основной профессиональной образовательной программы бакалавриата
по направлению подготовки

13.03.01 ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА
Профиль программы
«ТЕПЛОВЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ»

ИНСТИТУТ
РАЗРАБОТЧИК

морских технологий, энергетики и строительства
кафедра энергетики

1 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенция-ми/индикаторами достижения компетенции
<p>ПКС-11: Готовность участвовать в эксплуатации и обслуживании технологического оборудования теплоэнергетических объектов</p>	<p>ПКС-11.1: Эксплуатация и обслуживание водоподготовительного оборудования теплоэнергетических объектов</p>	<p>Водоподготовка</p>	<p><u>Знать:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - показатели качества воды; - основные этапы и процессы подготовки воды на ТЭС; - принципы работы оборудования водоподготовительных установок энергообъектов; - основные технические характеристики и конструктивные особенности водоподготовительных установок; - типовые методики расчета технологических схем водоподготовительных установок; - режимы работы и особенности эксплуатации технологического оборудования водоподготовки; <p><u>Уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - собирать и анализировать исходных данных для проектирования технологических схем водоподготовки энергообъектов; - читать чертежи и принципиальные схемы водоподготовительных установок энергообъектов; - проводить расчеты технологических схем водоподготовки энергообъектов по типовым методикам; - производить выбор основного и вспомогательного технологического водоподготовительного оборудования; - определять технологические показатели качества конденсата, котловой и питательной воды; <p><u>Владеть:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - терминологией в области водоподготовки; - методами химического контроля, применяемыми на ТЭС; - навыками поиска, хранения, обработки и анализа информации, необходимой при выборе методов водоподготовки энергообъектов; - навыками работы с конструкторской и

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции
			технической документацией; - типовыми методиками расчета технологических схем водоподготовки энергообъектов

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОЭТАПНОГО ФОРМИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ) И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

2.1 Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

2.2 К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания;
- задания и контрольные вопросы по лабораторным работам;
- задание по темам практических занятий (для студентов очной формы обучения);
- задание по контрольной работе (для студентов заочной формы обучения);

2.3 К оценочным средствам для промежуточной аттестации по дисциплине, проводимой в форме экзамена, относятся:

- вопросы к экзамену.

3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

3.1 Тестовые задания по дисциплине представлены в Приложении № 1. Целью тестирования является закрепление, углубление и систематизация знаний студентов, полученных на занятиях и в процессе самостоятельной работы; проведение тестирования позволяет ускорить контроль за усвоением знаний и объективизировать процедуру оценки знаний студента.

Оценивание осуществляется по следующим критериям, приведенным в таблице 2:

- «зачтено» – 41-100 % правильных ответов на заданные вопросы;
- «не зачтено» – 0-40 % правильных ответов.

3.2 Задания и контрольные вопросы по лабораторным работам приведены в Приложении № 2. Целью лабораторного практикума является закрепление знаний и умений, полученных на лекционных и практических занятиях. Оценка результатов выполнения задания по каждой лабораторной работе производится при представлении студентом отчета по лабора-

торной работе и на основании ответов студента на вопросы по тематике лабораторной работы по системе «зачтено» - «не зачтено». Критерии оценивания представлены в таблице 2.

3.3 Задание по отдельным темам практических занятий выполняется студентами очной формы обучения по вариантам. Типовое задание приведено в Приложении № 3. Вариант задания определяется преподавателем.

Консультации по выполнению заданий по темам практических занятий, их проверка и защита проводятся преподавателем в часы индивидуальных консультаций. Студент, самостоятельно выполнивший задание и обнаруживший понимание физического смысла рассмотренных процессов, получает оценку «зачтено». Оценивание осуществляется по критериям, приведенным в таблице 2.

3.4 Задание по контрольной работе выдается студентам заочной формы обучения с целью контроля качества их самостоятельной работы. Контрольная работа предполагает выполнение одного расчетного задания, для которого разработано 15 вариантов. Содержание контрольной работы для студентов заочной формы обучения соответствует содержанию задания по темам практических занятий для студентов очной (см. п.3.3).

Выполненную контрольную работу студенты сдают на проверку преподавателю, который делает замечания и пишет рецензию. В случае отсутствия серьезных замечаний студент допускается к защите контрольной работы. При наличии серьезных замечаний работа направляется на доработку. Защита проводится в часы индивидуальных консультаций преподавателя. Студент, самостоятельно выполнивший задание и обладающий полнотой знаний в отношении изучаемых объектов, получает оценку «зачтено». Система оценивания и критерии оценки контрольной работы представлены в таблице 2.

4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена. К экзамену допускаются студенты, получившие положительную оценку («зачтено») по результатам выполнения и защиты задания по темам практических занятий (для студентов очной формы обучения), контрольной работы (для студентов заочной формы обучения), лабораторных работ и тестирования. Экзаменационный билет содержит два вопроса. Типовые экзаменационные вопросы приведены в Приложении № 4.

4.2 Экзаменационная оценка («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно») является экспертной, зависит от уровня освоения студентом тем дис-

циплины (наличия и сущности ошибок, допущенных студентом при ответе на экзаменационные вопросы) и выставляется в соответствии с критериями, указанными в таблице 2.

Таблица 2 – Система и критерии выставления оценки

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
1. Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно-корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полной полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
2. Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
3. Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задачи данные	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые курсы поставленной задачи
4. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

5 СВЕДЕНИЯ О ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО СОГЛАСОВАНИИ

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине «Водоподготовка» представляет собой компонент основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (профиль «Тепловые электрические станции»).

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании кафедры энергетики (протокол № 4 от 29.03.2022).

Заведующий кафедрой



В.Ф. Белей

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Вариант 1

ПКС-11: Готовность участвовать в эксплуатации и обслуживании технологического оборудования теплоэнергетических объектов.

Индикатор достижения компетенции ПКС-11.1: Эксплуатация и обслуживание водоподготовительного оборудования теплоэнергетических объектов.

Вопрос 1. Жесткость конденсата, питательной, добавочной и котловой воды на ТЭС измеряется:

1. В мг/л	3. В моль/л
2. В % по массе	4. В мкг-экв/кг

Вопрос 2. Внутростанционные потери воды, пара и конденсата на ТЭС составляют:

1. 1,0-3,0 %	3. 4,0-5,0 %
2. 0,5-1,0 %	4. 3,0-5,0 %

Вопрос 3. Концентрация иона натрия в питательной воде в блоках СКД с прямоточными котлами должна быть не выше:

1. 1,0 мг/кг	3. 0,1 мг/кг
2. 50,0 мкг/кг	4. 5,0 мкг/кг

Вопрос 4. Коррозионно-активным газом является, растворённый в воде:

1. CO ₂	3. CH ₄
2. N ₂	4. CO

Вопрос 5. Нижняя продувка котла:

1. Улучшает качество насыщенного пара выходящего из барабана котла	3. Снижает вероятность коррозии в котле
2. Выводит из водяного объема котла шлам и продукты коррозии	4. Улучшает качество перегретого пара перед турбиной

Вопрос 6. Сталестружечные фильтры применяются:

1. Для удаления кислорода из питательной воды котлов НД и подпиточной воды тепловых сетей	3. Для обессоливания добавочной воды котлов СВД
2. Для обессоливания добавочной воды котлов СКД.	4. Для обработки питательной воды котлов СД после атмосферного деаэратора

Вопрос 7. Предварительная очистка воды на ТЭС включает в себя

1. Коагуляцию, известкование, механическую фильтрацию	3. Обезжелезивание, известкование, осветление, умягчение
2. Механическую фильтрацию, коагуляцию, известкование и деаэрацию	4. Коагуляцию, механическую фильтрацию, ионный обмен

Вопрос 8. При дозировании Ca(OH)₂ (известки) в обрабатываемую воду на ТЭС:

1. Снижается жесткость воды	3. Снижается концентрация ионов Cl и SO ₄
-----------------------------	--

2. Снижается концентрация ГДП	4. Снижается удельная электропроводимость воды
-------------------------------	--

Вопрос 9. Для загрузки механических фильтров, если вода готовится для котлов СВД необходимо выбрать:

1. Дробленый антрацит	3. Мраморную крошку
2. Кварцевый песок	4. Целлюлозу

Вопрос 10. Безнакипный режим работы испарителя кипящего типа рассчитывается:

1. По CaCO_3	3. По Mg(OH)_2
2. По NaCl	4. По CaSO_4

Вопрос 11. Карбонатная система природной воды состоит из следующих компонентов:

1. CaCO_3 , SO_2 , $\text{Ca(HCO}_3)_2$, H_2CO_3	3. MgCO_3 , CO_2 , $\text{Ca(HCO}_3)_2$, H_2CO_3
2. CaCO_3 , CO_2 , $\text{Ca(HCO}_3)_2$, H_2SiO_3	4. CaCO_3 , CO_2 , $\text{Ca(HCO}_3)_2$, H_2CO_3

Вопрос 12. При индексе стабильности природной воды $\text{ИС} < 0$, природную воду называют:

1. Агрессивной	3. Нестабильной
2. Стабильной	4. Коррозионно-активной

Вопрос 13. Наибольшее распространение на ТЭС и АЭС получили деаэраторы:

1. Плёночного типа	3. Барботажного типа
2. Центробежного типа	4. Струйно-барботажного типа

Вопрос 14. Дозирование гидразина-гидрата в конденсатно-питательный тракт ТЭС позволяет

1. Снизить жесткость воды	3. Снизить щелочность воды
2. Снизить содержание кислорода в воде	4. Снизить концентрацию хлоридов в воде

Вопрос 15. Соединения кремниевой кислоты растворённые в исходной воде:

1. Интенсифицируют коррозию поверхностей нагрева котла	3. Образуют отложения в проточной части паровой турбины
2. Вызывают вспенивание котловой воды	4. Забивают механические осветлительные фильтры

Вариант 2

ПКС-11: Готовность участвовать в эксплуатации и обслуживании технологического оборудования теплоэнергетических объектов.

Индикатор достижения компетенции ПКС-11.1: Эксплуатация и обслуживание водо-подготовительного оборудования теплоэнергетических объектов.

Вопрос 1. Для удаления газа из воды десорбцией в деаэраторе необходимо:

1. Снижение температуры воды	3. Подкисление воды
2. Снижение парциального давления газа	4. Повышение pH воды

над поверхностью воды	
-----------------------	--

Вопрос 2. Общая щелочность конденсата, питательной, добавочной и котловой воды на ТЭС измеряется:

1. В мг/л	3. В моль/л
2. В % по массе	4. В мг-экв/кг

Вопрос 3. Внутростанционные потери воды, пара и конденсата на АЭС составляют:

1. 1,0-3,0 %	3. 4,0-5,0 %
2. 0,5-1,0 %	4. 3,0-5,0 %

Вопрос 4. Жесткость питательной воды в блоках СКД с прямоточными котлами должна быть не выше:

1. 50,0 мг-экв/кг	3. 1,0 мкг-экв/кг
2. 0,1 мг-экв/кг	4. 10,0 мкг-экв/кг

Вопрос 5. Магнетит – это:

1. Вид первичной накипи, вызывающей пережог труб котла	3. Соль магния, обуславливающая магниевую жесткость исходной воды
2. Шпинельный оксид защищающий металл труб от кислородной коррозии	4. Соль магния, выводимая из водяного объема котла продувкой

Вопрос 6. Непрерывная продувка энергетического котла (возможны два правильных ответа):

1. Снижает общее солесодержание котловой воды	3. Способствует повышению экономичности котла
2. Выводит из водяного объема котла шлам и продукты коррозии	4. Улучшает качество насыщенного пара

Вопрос 7. В оборотной системе охлаждения наибольшую опасность с точки зрения образования накипи в трубках конденсатора представляет

1 Капельный унос воды из градирни	3. Испарение воды в градирне
2. Фильтрация через неплотности бассейна градирни	4. Продувка градирни

Вопрос 8. В состав конденсатоочистки на ТЭС и АЭС входят:

1. Насыпные механические фильтры	3. Намывные механические фильтры
2. Сталестружечные фильтры	4. Дисковые, самоочищающиеся фильтры

Вопрос 9. Для загрузки механических фильтров, если вода готовится для котлов СВД необходимо выбрать:

1. Дробленый антрацит	3. Мраморную крошку
2. Кварцевый песок	4. Целлюлозу

Вопрос 10 Окисляемость воды определяет содержание в ней:

1. Бикарбонатов	3. Органических примесей
2. Грубодисперсных примесей	4. Карбонатов

<i>Вопрос 11. При коагуляции исходной воды на ТЭС в осветлителе:</i>	
1. Уменьшается жесткость	3. Уменьшается концентрация CO ₂
2. Уменьшается концентрация кремниевой кислоты	4. Увеличивается прозрачность воды

<i>Вопрос 12. К солёным водам относят природные воды с общим солесодержанием:</i>	
1. 0,5-1,0 г/л	3. 10,0-20,0 г/л
2. 1,0-10,0 г/л	4. 5,0-10,0 г/л

<i>Вопрос 13. При индексе стабильности природной воды ИС = 0, природную воду называют:</i>	
1. Агрессивной	3. Стабильной
2. Нестабильной	4. Коррозионно-активной

<i>Вопрос 14. При размере продувки парового котла СД - 1 % общее солесодержание котловой воды снизится</i>	
1. В 100 раз	3. В 101 раз
2. В 50 раз	4. В 1000 раз

<i>Вопрос 15. На ТЭС и АЭС для деаэрации воды применяют</i>	
1. Деаэраторы атмосферного давления и вакуумного типа	3. Деаэраторы атмосферного давления
2. Деаэраторы атмосферного и избыточного давления	4. Деаэраторы вакуумного типа и избыточного давления

Вариант 3

ПКС-11: Готовность участвовать в эксплуатации и обслуживании технологического оборудования теплоэнергетических объектов.

Индикатор достижения компетенции ПКС-11.1: Эксплуатация и обслуживание водоподготовительного оборудования теплоэнергетических объектов.

<i>Вопрос 1. Гидратная щелочность питательной и котловой воды на ТЭС измеряется в:</i>	
1. мг/л	3. моль/л
2. % по массе	4. мг-экв/кг

<i>Вопрос 2. Внутростанционные потери воды, пара и конденсата на ТЭЦ составляют:</i>	
1. 1,0-3,0 %	3. 2,0-3,0 %
2. 0,5-1,0 %	4. 1,0-10,0 %

<i>Вопрос 3. Концентрация кислорода в питательной воде в блоках СКД с прямоточными котлами должна быть не выше:</i>	
1. 10 мкг/кг	3. 30 мкг/кг
2. 50,0 мкг/кг	4. 100,0 мкг/кг

<i>Вопрос 4. Удельная электрическая проводимость воды характеризует:</i>	
1. Общее содержание в воде примесей, рас-	3. Общее содержание в воде накипеобразу-

творённых в ней	ющих примесей
2. Содержание в воде продуктов коррозии металла	4. Содержание в воде растворённого кислорода

Вопрос 5. Наименьшая концентрация солей содержится :

1. В поверхностной воде	3. В морской воде
2. В артезианской воде	4. В продувочной воде оборотной системы охлаждения ТЭС

Вопрос 6. Ингредиентами щелочности воды являются ионы:

1. Fe ²⁺	3. (SO ₄) ²⁻
2. Cl ⁻	4. HCO ₃ ⁻

Вопрос 7. Питание котлов ВД и СВД дистиллятом испарителей производится в случае

1. Больших потерь производственного конденсата	3. Повышенных требований к качеству добывочной воды
2. Высокого солесодержания исходной воды	4. Больших внутростанционных потерь пара и воды

Вопрос 8. Для образования накипи в котле и испарителе наиболее опасен:

1. NaHCO ₃	3. Ca(HCO ₃) ₂
2. NaSO ₄	4. CaCl ₂

Вопрос 9. Если в воде повысилась концентрация CO₂ выше равновесной, вода приобретает:

1. Стабильность	3. Нестабильность
2. Прозрачность	4. Агрессивность

Вопрос 10. Стабилизационная обработка охлаждающей воды на ТЭС включает в себя:

1. Хлорирование охлаждающей воды	3. Подкисление воды раствором H ₂ SO ₄
2. Дозирование в охлаждающую воду гидразина-гидрата	4. Дозирование в охлаждающую воду Трилона Б

Вопрос 11. В качестве флокулянта при коагуляции исходной воды в осветлителе на ТЭС используют:

1. FeSO ₄	3. AlCl ₃
2. Al ₂ (SO ₄) ₃	4. Mg(OH) ₂

Вопрос 12. При совместных известковании и коагуляции в осветлителе на ТЭС в качестве коагулянта применяют:

1. Сульфат кальция	3. Полиакриламид (ПАА)
2. Тринатрийфосфат	4. Трилон Б

Вопрос 13 К коллоидно-дисперсным относят примеси воды с размером частиц:

1. 1,0-100,0 нм	3. 100,0-1000,0 нм
2. 0,001-1,0 мкм	4. 1,0-100 мкм

Вопрос 14. В контактных экономайзерах подпиточная вода проходит

1. Подогрев и стабилизационную обработку	3 Подогрев и декарбонизацию
--	-----------------------------

ку	
2. Подогрев и деаэрацию	4. Подогрев и коагуляцию

<i>Вопрос 15. При индексе стабильности природной воды $ИС > 0$, природную воду называют:</i>	
1. Агрессивной	3. Стабильной
2. Нестабильной	4. Коррозионно-активной

ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

Лабораторная работа №1. Водно-химический режим испарителя кипящего типа

Задание по лабораторной работе: Определить возможность работы испарителя в безнакипном режиме при питании его сырой водой, водой прошедшей упрощённую обработку и водой прошедшей упрощённую обработку, а также умягчение натрий-катионированием. Определить допустимый размер продувки испарителя.

Контрольные вопросы:

1. Активность иона, коэффициент активности, ионная сила раствора, произведение активностей. Диссоциация воды и её водородный показатель рН.
2. Механизм растворения соли в воде. Гидраты и сольваты. Испарение, как метод разделения растворителя и растворённых солей. Растворимость и произведение растворимости, связь и различие между ними, зависимость от температуры.
3. Насыщенные растворы, степень пересыщения. Электролиты с низкими значениями произведения растворимости. Физико-химические процессы механизма образования накипи.
4. Изменение химического состава примесей воды при коагуляции и натрий-катионировании.
5. Термическая дистилляция, как одна из основных операций по деминерализации воды (расход энергии, технологические возможности и область применения, принцип деминерализации). Основные типы испарительных установок и их сравнительная характеристика (принципиальные схемы, область применения, технические характеристики, преимущества и недостатки).

Лабораторная работа № 2. Определение общей жесткости конденсата, питательной и котловой воды

Задание по лабораторной работе: Измерить жесткость конденсата, питательной и котловой воды. Сравнить полученные экспериментальным путём значения жесткости с нормируемыми, которые оговариваются правилами технической эксплуатации (ПТЭ) котельных установок (см. приложение). На основании проведенного сопоставления фактических и допустимых значений жесткости, сделать выводы о пригодности анализируемой воды.

Контрольные вопросы:

1. Что такое общая жесткость воды? Какие бывают виды жесткости воды? Какие примеси природных вод обуславливают эти виды жесткости?

2. Как и почему изменяются требования к жесткости конденсата, питательной и котловой воды с увеличением давления пара в котле?

3. Какую опасность для теплоэнергетического оборудования представляют соли жесткости, растворенные в конденсате, питательной и котловой воде?

4. Перечислите способы снижения жесткости исходной воды, применяемые на теплоэнергетических объектах.

Лабораторная работа № 3. Определение щелочности конденсата, питательной и котловой воды

Задание по лабораторной работе: Измерить общую и гидратную щелочность конденсата, питательной и котловой воды. Сравнить полученные экспериментальным путём значения жесткости с нормируемыми, которые оговариваются правилами технической эксплуатации (ПТЭ) котельных установок. На основании проведенного сопоставления фактических и допустимых значений щелочности сделать выводы о пригодности анализируемой воды. Определить состав щелочности конденсата, питательной и котловой воды.

Контрольные вопросы:

1. Что такое общая щелочность воды? Какие бывают виды щелочности воды? Какие примеси природных вод обуславливают эти виды щелочности?

2. Каковы причины появления щелочности питательной и котловой воды? Почему нормируется величина щелочности питательной и котловой воды?

3. Какой технологический показатель качества нормируется для сетевой воды?

4. Назовите способы снижения общей и карбонатной щелочности исходной воды.

Лабораторная работа № 4. Определение концентрации хлоридов в конденсате, питательной и котловой воде

Задание по лабораторной работе: Измерить содержание хлоридов в конденсате, питательной и котловой воде. Сравнить измеренные значения содержания хлоридов с нормируемыми, которые оговариваются правилами технической эксплуатации (ПТЭ) котельных установок. На основании проведенного сопоставления фактических и допустимых значений содержания хлоридов, сделать выводы о пригодности анализируемой воды.

Контрольные вопросы:

1. Что характеризует содержание хлоридов в конденсате, питательной и котловой воде?

2. Какую опасность для теплоэнергетического оборудования представляет превышение концентрации хлоридов в конденсате, питательной и котловой воде сверх допустимых норм, оговариваемых ПТЭ?

3. Какими действиями можно снизить концентрацию хлоридов в котловой воде?

4. Какие методы обессоливания исходной воды для подпитки паровых и водогрейных котлов применяются на теплоэнергетических объектах?

5. Почему с увеличением давления в котле снижаются предельно-допустимые значения концентрации хлоридов, оговариваемые ПТЭ?

6. Какими способами определяется содержание хлоридов в воде?

Лабораторная работа №5. Исследование работы насыпного механического фильтра

Задание по лабораторной работе: Изучить конструкцию, принцип действия и последовательность пуска однокамерного насыпного механического фильтра. Изучить режимную карту фильтра.

Контрольные вопросы:

1. Основные этапы и процессы подготовки воды на ТЭС, условия их применения. Предочистка- аппараты, процессы, достигаемые показатели качества воды.

2. Общая характеристика примесей природных вод. Их влияние на работу теплоэнергетического оборудования. Пути поступления примесей в воду. Классификация природных вод.

3. Технологические показатели качества воды, их влияние на надёжность и экономичность работы основного оборудования ТЭС.

4. Фильтрующие материалы зернистого слоя. Требования, предъявляемые к ним. Основные характеристики и область применения фильтрующих материалов. Насыпные осветлительные фильтры: типы, конструкции, и особенности эксплуатации.

Лабораторная работа №6. Оптимизация работы Н-катионитного фильтра

Задание по лабораторной работе: Изучить конструкцию, принцип действия и последовательность пуска прямоточного Н-катионитного фильтра. Определить оптимальные характеристики фильтроцикла по минимуму себестоимости фильтрата. Изучить режимную карту фильтра.

Контрольные вопросы:

1. Ионообменные материалы (иониты): типы, структура, способы получения, марки и свойства. Требования, предъявляемые к ионитам. Сильно- и слабодиссоциирующие иониты.

2. Основные закономерности ионного обмена. Образование рабочих зон в ионитном фильтре. Острый и диффузный фронты концентраций и выходные кривые ионитного фильтра.

3. Технология катионирования воды (виды, реакции, изменение показателей качества воды, сточные воды, область применения). Полная и рабочая обменная ёмкость ионита. Особенности прямоточной и противоточной схем регенерации.

4. Технологические схемы умягчения воды (реакции, изменение показателей качества воды, сточные воды, область применения).

5. Ионитные фильтры (типы, схемы регенерации и приготовления регенерирующих растворов, конструкции, стадии работы и особенности эксплуатации). Схемы соединения ионитных фильтров и области их применения.

Лабораторная работа №7. Пуск испарителя мгновенного вскипания

Задание по лабораторной работе: Изучить конструкцию, принцип действия и последовательность пуска одноступенчатого испарителя мгновенного вскипания

Контрольные вопросы:

1. Испарительные установки пленочного типа (принципиальные схемы, область применения, технические характеристики, преимущества и недостатки).

2. Испарительные установки мгновенного вскипания (принципиальные схемы, область применения, технические характеристики, преимущества и недостатки).

3. Термическая деаэрация воды (типы деаэраторов, область их применения и принцип работы, тепловая схема). Химические методы удаления газов из воды (необходимость и область применения, реагенты и механизм их работы, схемы ввода реагентов).

4. Способы включения испарительных установок в тепловую схему КЭС, ТЭЦ.

5. Мероприятия по снижению скорости накипеобразования в испарительной установке.

Лабораторная работа № 8. Пуск, обслуживание и останов осветлителя для коагуляции и известкования

Задание по лабораторной работе: Изучить методику пуска осветлителя, заполнения мешалок извести и коагулянта, методику изменения нагрузки и контроля параметров осветлителя и методику его останова.

Контрольные вопросы:

1. Почему удобно совмещение процессов известкования и коагуляции в одном аппарате?

2. Почему при известковании применяется такой коагулянт, как сульфат железа, а не сульфат алюминия?

3. Почему регулирование расположения взвешенного слоя и концентрации частиц в нем выгоднее производить при помощи "отсечки", а не сбросом воды из нижней части осветлителя?
4. Какие флокулянты применяют при коагуляции? Каков механизм их действия?
5. Какие химические реакции протекают в воде при коагуляции и известковании?

Приложение № 3

ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЕ ПО ТЕМАМ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

(для студентов очной формы обучения)/

КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

(для студентов заочной формы обучения)

1. Для заданного температурного режима испарителя кипящего типа и источника водоснабжения (см. табл. 1П-3П) проверить возможность организации безнакипного режима испарителя на исходной осветленной воде при различных величинах продувки по CaSO_4 .

Таблица 1П – Исходные данные для выбора источника водоснабжения и типа испарителя

Номер варианта	Номер источника водоснабжения (см. табл. 2П)	Номер типоразмера испарителя (см. табл. 3П)
1	4	1
2	5	2
3	6	3
4	7	4
5	5	5
6	6	1
7	4	2
8	7	3
9	6	4
10	4	5
11	7	1
12	5	2
13	4	3
14	5	4
15	6	5

Таблица 2П – Характеристики испарителей кипящего типа

№ п/п	Типоразмер испарителя	Давление, МПа		Производительность испарителя, т/ч
		вторичного пара	первичного и вторичного пара	
1	И-1000-1(2)0	0,12	0,59	50
2	И-600-1(2)0	0,12	0,59	30
3	И-350-1(2)0	0,12	0,59	18
4	И-250-1(2)0	0,12	0,59	16
5	И-120-1(2)0	0,12	0,59	8

Примечание: модификация испарителей: 1 – с одноступенчатым паропромысловым устройством (цифра “1” в типоразмере); 2 – с двухступенчатым; 0 – для одноступенчатой испарительной установки.

Таблица 3П – Характеристики источника водоснабжения

№	Река	МГ-ЭКВ/КГ							МГ/КГ	
		Ж _{общ}	Щ _{общ}	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	SiO ₂	Солесодержание
1	Енисей	1,66	1,60	1,20	0,46	0,47	0,29	0,24	6,00	154
2	Волга	3,30	2,00	2,30	1,00	1,30	1,30	1,30	8,00	328
3	Ока	6,32	4,70	4,61	1,71	2,45	2,10	1,96	16,5	620
4	Урал	5,80	5,40	4,00	1,80	5,30	1,90	3,80	15,0	790
5	Тобол	7,80	4,40	4,00	3,80	12,70	5,40	16,70	15,0	1330
6	Северский Донец	14,40	6,40	9,60	4,80	13,80	11,20	10,60	15,0	1900
7	Кама	5,20	2,20	4,50	0,70	10,43	1,05	12,40	9,70	963

2. Рассчитать минимальную величину продувки, обеспечивающую безнакипный режим эксплуатации испарителя, по одному из предложенных методов умягчения воды:

- а) известкование с коагуляцией;
- б) известкование с коагуляцией и двухступенчатое Na-катионирование.

3. Построить графики зависимости степени пересыщения CaSO₄ от величины продувки испарителя для трех вариантов его питания.

Приложение № 4

**ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (ЭКЗАМЕН)
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Молекулярная структура и физико-химические свойства чистой воды и растворов электролитов. Гидраты и сольваты. Испарение, как метод разделения растворителя и растворённых солей. Диссоциация воды и её водородный показатель рН.

2. Общая характеристика примесей природных вод. Их влияние на работу теплоэнергетического оборудования. Пути поступления примесей в воду. Классификация природных вод.

3. Углекислотное равновесие природной воды. Связь между рН воды и концентрацией компонентов карбонатной системы. Карбонатная стабильность воды. Индекс стабильности. Методы восстановления стабильности воды.

4. Механизм растворения соли в воде. Растворимость и произведение растворимости, связь и различие между ними, зависимость от температуры. Насыщенные растворы, степень пересыщения. Электролиты с низкими значениями произведения растворимости.

5. Характеристика ионизированных примесей воды. Технологические и биологические показатели качества воды.

6. Насыщенные и пересыщенные, растворы, степень пересыщения. Физико-химические процессы механизма образования накипи. Виды и этапы кристаллизации накипи. Метастабильные растворы. Возможности воздействия на процесс накипеобразования.

7. Основные этапы и процессы подготовки воды на ТЭС, условия их применения. Предочистка: аппараты, процессы, достигаемые показатели качества воды.

8. Коллоидные примеси природных вод и их свойства. Строение мицеллы. Причины образования и структура двойного электрического слоя. Электрокинетический потенциал.

9. Коагуляция коллоидных примесей с использованием коагулянтов и флокулянтов, область её применения. Коагулянты и область их применения. Гидролиз коагулянтов. Стадии коагуляции. Физико-химические процессы, происходящие при коагуляции. Используемые флокулянты и механизм их действия. Изменение химического состава примесей при коагуляции.

10. Известкование, содоизвесткование и магниезальное обескремнивание воды. Область применения, сущность методов, реагенты и сопутствующие химические реакции. Изменение химического состава примесей воды при известковании. Дозы реагентов.

11. Технологическая схема известкования и коагуляции воды. Технология обработки воды в осветлителях. Особенности осаждения осадка во взвешенном слое. Схемы приготовления и дозирования реагентов. Электрокоагуляция (преимущества и недостатки).

12. Фильтрующие материалы зернистого слоя. Требования, предъявляемые к ним. Основные характеристики и область применения фильтрующих материалов. Насыпные осветлительные фильтры: типы, конструкции, и особенности эксплуатации.

13. Адгезионное и плёночное фильтрование. Механизм задержания частиц в зернистых слоях. Фронт фильтрования, минимальная высота фильтрующего слоя, образование рабочих зон в насыпном осветлительном фильтре.

14. Намывные осветлительные фильтры: конструкция, механизм фильтрования, особенности эксплуатации и область применения. Электромагнитные фильтры (флокуляторы): конструкция, особенности эксплуатации и область применения.

15. Ионообменные материалы (иониты): типы, структура, способы получения, марки и свойства. Требования, предъявляемые к ионитам. Сильно- и слабодиссоциирующие иониты.

16. Технология катионирования воды (виды, реакции, изменение показателей качества воды, сточные воды, область применения). Полная и рабочая обменная ёмкость ионита. Особенности прямоточной и противоточной схем регенерации.

17. Технология анионирования воды (виды, реакции, изменение показателей качества воды, сточные воды, область применения). Применяемые схемы регенерации ионитных фильтров. Полная и рабочая обменная ёмкость ионита.

18. Технологические схемы умягчения воды (реакции, изменение показателей качества воды, сточные воды, область применения).

19. Технологические схемы химического обессоливания воды (реакции, изменение показателей качества воды, сточные воды, область применения). Типы используемых ионитов. Фильтры смешанного действия (способы регенерации).

20. Ионитные фильтры (типы, схемы регенерации и приготовления регенерирующих растворов, конструкции, стадии работы и особенности эксплуатации). Схемы соединения ионитных фильтров и области их применения.

21. Электродиализ (основы теории, принципиальные схемы работы и типы электродиализных аппаратов, технологические возможности и область возможного применения).

22. Обратный осмос (основы теории, расход энергии применяемые мембраны, принципиальные схемы работы и типы обратноосмотических аппаратов, технологические возможности и область возможного применения).

23. Стабилизационная обработка воды в системах охлаждения ТЭС (применяемые системы охлаждения, требования к качеству охлаждающей воды). Образование отложений в системах охлаждения и применяемые методы борьбы с ними (реагенты, схемы и аппараты для обработки воды).

24. Процессы абсорбции и десорбции газов их математическое описание. Способы десорбции газов из воды и область их применения. Декарбонизация воды (схемы и характеристики применяемых аппаратов, изменение показателей качества воды после декарбонизации).

25. Термическая деаэрация воды (типы деаэраторов, область их применения и принцип работы, тепловая схема). Химические методы удаления газов из воды (необходимость и область применения, реагенты и механизм их работы, схемы ввода реагентов). Показатели качества воды после химической и термической деаэрации.

26. Термическая дистилляция, как одна из основных операций по деминерализации воды (расход энергии, технологические возможности и область применения, принцип деминерализации). Основные типы испарительных установок и их сравнительная характеристика (принципиальные схемы, область применения, технические характеристики, преимущества и недостатки).

27. Испарительные установки кипящего типа и мгновенного вскипания (принципиальные схемы, область применения, технические характеристики, преимущества и недостатки).