



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)
«ОСНОВЫ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ТЭС»

основной профессиональной образовательной программы бакалавриата
по направлению подготовки

13.03.01 ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

Профиль программы
«ТЕПЛОВЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ»

ИНСТИТУТ

морских технологий, энергетики и строительства

РАЗРАБОТЧИК

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 компетенциями/индикаторами достижения компетенции
<p>ПКС-12: Способность выполнять расчеты теплоэнергетического оборудования по типовым методикам в соответствии с техническим заданием</p>	<p>ПКС-12.5: Способность выполнять расчеты схем химико-технологических процессов теплоэнергетических объектов в соответствии с техническим заданием</p>	<p>Основы химико-технологических процессов на ТЭС</p>	<p><u>Знать:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - основы технологии предварительной очистки воды методом коагуляции и известкования, механической фильтрацией; - основы теории ионообменного фильтрования и технологии очистки воды методом ионного обмена; - причины загрязнения насыщенного и перегретого пара и факторы, влияющие на его чистоту; основные типы паросепарационных схем барабанных котлов; - водные режимы барабанных и прямоточных котлов, тепловых сетей, испарителей и паропреобразователей, а также конденсатнопитательного тракта; - основные способы удаления отложений в энергетических установках; методы защиты пароводяного тракта от коррозии в режимах простоя, эксплуатации и консервации оборудования; <p><u>Уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - производить выбор водоподготовительного оборудования для предварительной очистки воды и её обессоливания; - производить расчеты основных паросепарационных схем барабанных котлов; - обосновать выбор оптимального водно-химического режима (ВХР) для конкретной ТЭС и необходимого оборудования технологической схемы коррекции ВХР; - производить расчет необходимой дозы и расхода применяемого реагента; - читать чертежи и принципиальные схемы оборудования предназначенного для корректировки ВХР ТЭС; <p><u>Владеть:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - определением основных технологиче-

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции
			ских показателей качества ведения водно-химических режимов энергетического оборудования; - управлением водно-химическим режимом энергетического оборудования; - навыками работы с конструкторской и технической документацией

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, получен-

ных на лекционных и практических занятиях. Оценка результатов выполнения задания по каждой лабораторной работе производится при представлении студентом отчета по лабораторной 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 20 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 дисциплины (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	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
Критерий	«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 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 задаче данные	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
4. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках постав-

Система оценок	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
Критерий	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
	предложенный алгоритм, допускает ошибки		основы предложенного алгоритма	ленной задачи

5 СВЕДЕНИЯ О ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО СОГЛАСОВАНИИ

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине «Основы химико-технологических процессов на ТЭС» 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 г.)

Заведующий кафедрой



В.Ф. Белей

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Вариант 1

ПКС-12: Способность выполнять расчеты теплоэнергетического оборудования по типовым методикам в соответствии с техническим заданием.

Индикатор ПКС-12.5: Способность выполнять расчеты схем химико-технологических процессов теплоэнергетических объектов в соответствии с техническим заданием

Вопрос 1. В одном растворе $pH = 7$, а в другом $pH = 9$. В первом растворе концентрация ионов водорода будет больше, чем во втором:

1. В 2 раза	3. В 100 раз
2. В 10 раз	4. В 1000 раз

Вопрос 2. Если диаметр частицы меньше диаметра поры фильтрующего слоя в насыпном механическом фильтре, будет иметь место:

1. Адгезионный вид фильтрования	3. Пленочно-адгезионный вид фильтрования
2. Пленочный вид фильтрования	4. Объемный вид фильтрования

Вопрос 3. Концентрация ионов общей жесткости воды равна 5 мг-экв/кг, карбонатных ионов – 4, сульфат-ионов – 3. Значение карбонатной жесткости воды в этом случае будет равно:

1. 5,0	3. 3,0
2. 4,0	4. 12,0

*Вопрос 4. Размеры частиц коллоидной системы природной воды **НЕ** изменяются:*

1. При агрегативной устойчивости	3. При электростатической устойчивости
2. При седиментационной устойчивости	4. При гравитационной устойчивости

*Вопрос 5. При использовании электрокоагуляции вместо реагентной коагуляции в обрабатываемой воде **НЕ** изменится концентрация иона*

1. Ca	3. SO_4
2. Na	4. Fe

Вопрос 6. При коагуляции воды в осветлителе в качестве коагулянта применяют (возможны два правильных ответа):

1. $FeSO_4$	3. $Al_2(SO_4)_3$
2. $AlCl_3$	4. $Ca(OH)_2$

Вопрос 7. При увеличении размеров и количества частиц во взвешенном слое осветлителя качество очищаемой воды:

1. Улучшается	3. Не изменяется
2. Ухудшается	4. Ухудшается, или улучшается в зависимости от размера непрерывной продувки осветлителя

<i>Вопрос 8. Известкование воды в осветлителе производится:</i>	
1. При pH = 7,0	3. При pH = 12,0
2. При pH = 10,0	4. При pH = 5,0

<i>Вопрос 9. Щелочность воды при следующем составе примесей (мг-экв/л): Ca = 1,0; Mg = 2,0; Na = 1,0; HCO₃ = 4,0; HPO₃ = 0,3; Cl = 2,5; SO₄ = 2,0 равна:</i>	
1. 4,0	3. 2,5
2. 4,3	4. 8,0

<i>Вопрос 10. Жесткость воды оборотной системы охлаждения конденсатора с градирней при её подкислении:</i>	
1. Уменьшается	3. Не изменяется
2. Увеличивается	4. Увеличивается, или уменьшается в зависимости от температуры наружного воздуха

<i>Вопрос 11. В состав конденсатоочистки на ТЭС и АЭС НЕ входят (возможны два правильных ответа):</i>	
1. Намывные механические фильтры	3. Дисковые, самоочищающиеся механические фильтры
2. Насыпные механические фильтры	4. Фильтры смешанного действия

<i>Вопрос 12. Наибольшей склонностью к сорбции на катионите будет обладать:</i>	
1. Ион Na	3. Ион Ca
2. Ион Mg	4. Ион K

<i>Вопрос 13. При H-катионировании воды водородный показатель pH фильтрата:</i>	
1. Увеличивается	3. Не изменяется
2. Уменьшается	4. Увеличивается, или уменьшается в зависимости от высоты фильтрующего слоя

<i>Вопрос 14. На электромагнитных фильтрах, входящих в состав конденсатоочистки, из воды удаляются</i>	
1. Грубодисперсные примеси	3. Соединения Fe ₂ O ₃ и FeO
2. Ионы Cl и SO ₄	4. Ионы Mg и Ca

<i>Вопрос 15. Наибольшей склонностью к сорбции на анионите будет обладать</i>	
1. Ион Cl	3. Ион HSiO ₃
2. Ион SO ₄	4. Ион Mg

Вариант 2

ПКС-12: Способность выполнять расчеты теплоэнергетического оборудования по типовым методикам в соответствии с техническим заданием.

Индикатор ПКС-12.5: Способность выполнять расчеты схем химико-технологических процессов теплоэнергетических объектов в соответствии с техническим заданием.

<i>Вопрос 1. В одном растворе pH = 6, а в другом pH = 8. В первом растворе концентрация ионов водорода будет больше, чем во втором:</i>	
1. В 100 раз	3. В 10 раз

2. В 2 раза	4. В 1000 раз
-------------	---------------

Вопрос 2. В термическом деаэраторе имеет место:

1. Общая десорбция газов	3. Избирательная десорбция газов
2. Кислородная десорбция газов	4. Углеводородная десорбция газов

Вопрос 3. Концентрация ионов общей жесткости воды равна 5 мг-экв/кг, карбонатных ионов – 6, сульфат-ионов – 3. Значение карбонатной жесткости воды в этом случае будет равно:

1. 6,0	3. 3,0
2. 5,0	4. 14,0

Вопрос 4. При использовании электрокоагуляции вместо реагентной коагуляции в обрабатываемой воде изменится концентрация иона:

1. Ca	3. SO_4
2. Na	4. Fe

Вопрос 5. При обработке воды в декарбонизаторе из неё удаляется:

1. O_2	3. CO_2 и O_2
2. CO_2	4. N_2 , CO_2 и O_2

Вопрос 6. При совместных известковании и коагуляции в осветлителе в качестве коагулянта применяют:

1. $FeSO_4$	3. $Al_2(SO_4)_3$
2. $AlCl_3$	4. $Ca(OH)_2$

Вопрос 7. Доза извести при известковании и коагуляции определяется по формуле:

1. $C_{CO_2} + C_{HCO_3} + D_k$	3. $C_{CO_2} + C_{HCO_3} + C_{Mg} + D_k + I_{изв}$
2. $C_{CO_2} + C_{HCO_3} + C_{Mg}$	4. $C_{CO_2} + C_{HCO_3} + C_{Mg} + I_{изв}$

Вопрос 8. Парциальное давление газа над поверхностью воды в термическом деаэраторе (при постоянном составе газовой смеси):

1. Зависит от общего давления газовой смеси	3. Зависит от общего давления газовой смеси при определённых условиях
2. Не зависит от общего давления газовой смеси.	4. Равно общему давлению газовой смеси

Вопрос 9. Щелочность воды при следующем составе примесей (мг-экв/л): Ca = 2,0; Mg = 3,0; Na = 1,0; HCO_3 = 3,0; HPO_3 = 0,5; Cl = 1,5; SO_4 = 1,0 равна:

1. 3,0	3. 2,5
2. 3,5	4. 6,0

Вопрос 10. В состав конденсатоочистки на ТЭС и АЭС входят (возможны два правильных ответа):

1. Намывные механические фильтры	3. Дисковые, самоочищающиеся механические фильтры
2. Насыпные механические фильтры	4. Фильтры смешанного действия

<i>Вопрос 11. Производство растворимости соли характеризует:</i>	
1. Условие выпадения твёрдой фазы соли в многокомпонентном растворе	3. Условие выпадения твёрдой фазы соли в однокомпонентном растворе
2. Условия растворимости соли в паре при высоких параметрах теплоносителя	4. Условие осаждения шлама соли в котловой воде

<i>Вопрос 12. Насыпной механический фильтр отключают на взрыхляющую промывку при перепаде давлений воды на фильтре:</i>	
1. 0,05 МПа	3. 0,25 МПа
2. 0,1 МПа	4. 0,20 МПа

<i>Вопрос 13. В сильнокислотном катионите в качестве функциональной группы используется</i>	
1. Аминогруппа	3. Карбоксильная группа
2. Группа четырёх замещённого аммония	4. Сульфогруппа

<i>Вопрос 14. При регенерации Na-катионитных фильтров в качестве реагента применяется раствор</i>	
1. NaOH	3. Na ₃ PO ₄
2. NaCl	4. H ₂ SO ₄

<i>Вопрос 15. При H-катионировании воды проскакивает в фильтрат первым ион:</i>	
1. Ca	3. Na
2. Mg	4. Al

Вариант 3

ПКС-12: Способность выполнять расчеты теплоэнергетического оборудования по типовым методикам в соответствии с техническим заданием.

Индикатор ПКС-12.5: Способность выполнять расчеты схем химико-технологических процессов теплоэнергетических объектов в соответствии с техническим заданием.

<i>Вопрос 1. В одном растворе pH = 8, а в другом pH = 10. В первом растворе концентрация ионов водорода будет больше, чем во втором:</i>	
1. В 2 раза	3. В 10 раз
2. В 100 раз	4. В 1000 раз

<i>Вопрос 2. Концентрация ионов общей жесткости воды равна 5 мг-экв/кг, карбонатных ионов – 2, сульфат-ионов – 3. Значение карбонатной жесткости воды в этом случае будет равно:</i>	
1. 5,0	3. 10,0
2. 3,0	4. 2,0

<i>Вопрос 3. С увеличением концентрации частиц во взвешенном слое осветлителя производительность осветлителя:</i>	
1. Не изменится	3. Уменьшится
2. Увеличится	4. Уменьшится, или увеличится в зависимости от размера непрерывной продувки

<i>Вопрос 4. В декарбонизаторе имеет место:</i>	
1. Общая десорбция газов из воды	3. Кислородная десорбция газов из воды
2. Избирательная десорбция газов из воды	4. Углеводородная десорбция газов из воды

<i>Вопрос 5. При использовании электрокоагуляции вместо реагентной коагуляции в обрабатываемой воде изменится концентрация иона:</i>	
1. Ca	3. Na
2. Al	4. SO ₄

<i>Вопрос 6. В воде оборотной системы охлаждения конденсаторов с градирней концентрация CO₂ во время эксплуатации:</i>	
1. Уменьшается	3. Увеличивается
2. Не изменяется	4. Увеличивается или уменьшается в зависимости от температуры наружного воздуха

<i>Вопрос 7. Коагуляция воды сернокислым алюминием производится при значениях pH:</i>	
1. 3,5 - 5,5	3. 4,0 - 5,0
2. 5,5 - 7,5	4. 8,5 - 10,0

<i>Вопрос 8. При известковании воды в осветлителе в воду дозируется раствор:</i>	
1. FeSO ₄	3. CaCl ₂
2. NaHCO ₃	4. Ca(OH) ₂

<i>Вопрос 9. Щелочность воды при следующем составе примесей (мг-экв/л): Ca = 1,0; Mg = 2,0; Na = 1,0; HCO₃ = 2,0; HPO₃ = 0,5; Cl = 1,5; SO₄ = 2,0 равна:</i>	
1. 3,0	3. 2,0
2. 2,5	4. 4,0

<i>Вопрос 10. Главным необходимым условием для удаления газа десорбцией из воды является:</i>	
1. Повышение температуры воды	3. Повышение pH воды
2. Снижение парциального давления газа	4. Понижение температуры воды

<i>Вопрос 11. Наименьшей склонностью к сорбции на катионите будет обладать:</i>	
1. Ион Na	3. Ион Ca
2. Ион Mg	4. Ион Al

<i>Вопрос 12. При регенерации ионитного фильтра правильный ход операций включает в себя:</i>	
1. Взрыхление – отмывку – пропуск раствора	3. Пропуск раствора – взрыхление – отмывку
2. Взрыхление – пропуск раствора – отмывку	4. Отмывку – взрыхление – пропуск раствора

<i>Вопрос 13 В фильтр смешанного действия (ФСД) загружают иониты:</i>	
1. КУ-2 и АВ-17	3. Сульфуголь и АВ-17
2. КУ-2 и АН-31	4. Сульфуголь и АН-31

<i>Вопрос 14. Щелочность воды при Na-катионировании:</i>	
1. Повышается	3. Не изменяется
2. Понижается	4. Понижается, или понижается в зависимости от скорости фильтрации.

<i>Вопрос 15. При ионном обмене наиболее выгоден:</i>	
1. Ламинарный фронт фильтрования	3. Диффузный фронт фильтрования
2. Прямоугольный фронт фильтрования	4. Острый фронт фильтрования

Приложение № 2

**ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ
ПО ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ**

Лабораторная работа № 1. Пуск и эксплуатация однокамерного осветлительного фильтра

Задание по лабораторной работе:

1. Изучить режимную карту однокамерного осветлительного фильтра.
2. Произвести обход схемы осветления воды с однокамерными осветлительными фильтрами и запустить процесс пропуска фильтрата (осветления).
3. При срабатывании фильтра №1, ввести в работу фильтр №2. и отключить фильтр №1
4. Согласно режимной карте произвести взрыхляющую промывку фильтра №1 и вывести его в резерв. Результаты работы показать преподавателю.

Контрольные вопросы

1. Как классифицируют осветлительные фильтры и для чего они предназначены?
2. Изобразите схему и объясните принцип работы насыпного однокамерного осветлительного фильтра.
3. Какой и почему используется фильтрующий материал в насыпных осветлительных фильтрах на ТЭС с котлами СВД?
4. Режимная карта насыпного однокамерного осветлительного фильтра.

Лабораторная работа № 2. Оптимизация работы блочной обессоливающей установки

Задание по лабораторной работе:

1. Составить схему цепочки фильтров с двухступенчатым водород-катионированием и гидроксид-анионированием и изучить реализацию цикла работы (порядок открытия задвижек) такой схемы, включая операции регенерации фильтров.
2. Используя полученные от преподавателя данные по составу примесей в исходной воде, провести необходимые манипуляции, целью которых является оптимизация работы схемы ВПУ, которая заключается в том, чтобы все фильтры срабатывались одновременно, так как "цепочка" вся одновременно выходит на регенерацию. Поэтому при оптимизации работы цепочки необходимо добиться одновременного окончания рабочего цикла у всех фильтров, входящих в цепочку.

Контрольные вопросы:

1. Для какого типа котлов пригодна двухступенчатая схема приготовления добавочной воды?
2. В чем заключаются преимущества использования "цепочки" перед секционным соединением фильтров в схеме ВПУ?
3. В чем состоит назначение декарбонизатора?
4. Сколько "цепочек" следует иметь в полной схеме ВПУ для обеспечения ее надежной работы и как они используются в работе ВПУ?
5. В чем заключается оптимизация работы цепочки?

Лабораторная работа № 3. Изучение технологии умягчения воды одноступенчатым Na-катионированием

Задание по лабораторной работе:

1. Изучить режимную карту схемы умягчения воды одноступенчатым Na-катионированием.
2. Произвести обход схемы умягчения воды одноступенчатым Na-катионированием и запустить процесс пропуска фильтрата (умягчения).
3. При срабатывании фильтра №1, ввести в работу фильтр №2 и произвести останов фильтра №1.
4. Согласно режимной карте произвести взрыхляющую промывку фильтра №1, регенерацию, отмывку продуктов регенерации и вывести его в резерв. Результаты работы показать преподавателю.

Контрольные вопросы:

1. Как классифицируют ионитные фильтры и для чего они предназначены?
2. Изобразите схему и объясните принцип работы ионитного проточного (противоточного) фильтра. В чём преимущество и недостатки противоточного фильтра по сравнению с проточным?
3. Какие типы ионитов используются в схемах умягчения воды Na –катионированием? Где применяются эти схемы?
4. Режимная карта схемы умягчения воды одноступенчатым Na –катионированием.

Лабораторная работа № 4. Изучение технологии очистки воды в схеме полного химического обессоливания

Задание по лабораторной работе:

1. Изучить режимную карту схемы полного химического обессоливания.
2. Произвести обход схемы полного химического обессоливания и запустить процесс пропуска фильтрата (химического обессоливания).
3. При срабатывании фильтра Н-1 №1, ввести в работу фильтр Н-1 №2 и произвести останов фильтра Н1 №1.
4. Согласно режимной карте произвести взрыхляющую промывку фильтра Н-1 №1, регенерацию, отмывку продуктов регенерации и вывести его в резерв.
5. При последовательном срабатывании фильтров ОН-1 №1, Н-2 №1, ОН-2 №1 ввести в работу соответствующие резервные фильтры №2 и произвести останов истощенных фильтров.
6. Согласно режимной карте произвести взрыхляющую промывку, регенерацию, отмывку продуктов регенерации и вывод в резерв сработавшихся фильтров. Результаты работы показать преподавателю.

Контрольные вопросы:

1. Какие схемы химического обессоливания вам известны? Где применяются эти схемы? Какое качество воды может быть достигнуто после этих схем?
2. Изобразите схему полного химического обессоливания и объясните принцип её работы. Фильтр смешанного действия (область применения, принципиальная схема, особенности работы).
3. Какие типы ионитов и почему загружаются в фильтры схемы химического обессоливания? Проскок каких ионов контролируется после каждого фильтра?
4. Режимная карта схемы полного химического обессоливания.

Лабораторная работа № 5. Определение концентрации нитратов и фосфатов в котловой воде

Задание по лабораторной работе:

1. Измерить содержание фосфатов и нитратов в котловой воде.
2. Сравнить измеренные значения содержания фосфатов и нитратов с нормируемыми, которые оговариваются правилами технической эксплуатации (ПТЭ) котельных установок.
3. На основании проведенного сопоставления фактических и допустимых значений содержания фосфатов и нитратов сделать выводы о пригодности анализируемой котловой воды.

Контрольные вопросы:

1. Какие режимы внутрикотловой обработки воды применяются на паровых котлах?
2. Какие водно-химические режимы применяют на паровых котлах НД? Какие реагенты применяют при этих режимах и каков механизм их действия?
3. Назовите недостатки фосфатных водных режимов. Какой ещё ВХР может применяться на котлах СД вместо фосфатных?
4. Какие водно-химические режимы применяют на паровых котлах СД? Какие реагенты применяют при этих режимах и каков механизм их действия?
5. Каковы особенности организации водного режима на котлах ВД и СВД?
6. Какие виды коррозии металла испарительных труб существуют? Что вызывает эти виды коррозии? Какие способы защиты от коррозии Вам известны?
7. С какой целью применяется гидразинно-амиачная обработка питательного тракта на ТЭС?
8. Какую роль в организации водно-химического режима играет процесс образования магнетита на внутренней поверхности испарительных труб? Какой нормируемый ПТЭ технологический показатель качества ведения ВХР влияет на растворимость магнетита?

Лабораторная работа №6. Исследование загрязнения насыщенного пара в барабанном паровом котле

Задание по лабораторной работе:

1. При заданном постоянном давлении пара P и продувке котла p , изменяя солесодержание питательной воды $S_{пв}$ в интервале от нуля до 100 мкг/кг с шагом 5 мкг/кг, получить табличную и графическую зависимости влияния солесодержания котловой воды $S_{кв}$ на влажность пара ω и солесодержание пара $S_{п}$, выходящего из барабана котла. Построить графики по трем примесям воды (выбранным по заданию преподавателя из следующего перечня: соединения железа, соединения кремния, $NaCl$, Na_2SO_4): $\omega = f(S_{кв})$ и $S_{п} = f(S_{кв})$ для каждой примеси (всего 6 кривых).
2. При заданном постоянном давлении пара P и солености питательной воды $S_{пв}$ получить табличную и графическую зависимости влияния величины продувки котла на влажность и солесодержание пара $\omega = f(p)$ и $S_{п} = f(p)$. Графики построить по трем заданным примесям воды (выбранным по заданию преподавателя из следующего перечня: соединения железа, соединения кремния, $NaCl$, Na_2SO_4) – всего 6 кривых.
3. Получить табличную и графическую зависимости влияния давления в барабане котла на долю выхода примесей питательной воды с влажным паром (продувка по пару) и с

водой (продувка по воде). Для трех примесей воды (выбранных по заданию преподавателя из следующего перечня: соединения железа, соединения кремния, NaCl , Na_2SO_4) построить по две кривые на одном графике для каждой примеси (всего - 6 кривых) $S_{\text{П}} = f(P)$ и $S_{\text{КВ}} = f(P)$.

Контрольные вопросы:

1. Источники загрязнения насыщенного пара в барабанном котле. Общий коэффициент уноса примеси насыщенным паром.
2. Растворимость примесей в насыщенном паре.
3. Капельный унос и факторы, влияющие на его величину. Расчетное и экспериментальное определение (измерение) влажности насыщенного пара.
4. Коэффициент распределения примесей, факторы, влияющие на его величину.

Лабораторная работа № 7. Оптимизация схемы ступенчатого испарения барабанного парового котла

Задание по лабораторной работе:

1. Для схемы двухступенчатого испарения получить табличную и графическую зависимости влияния паропроизводительности соленого (второго) отсека на содержание в паре двух примесей и общее солесодержание примесей в паре $S_{\text{П}}^{\text{см}} = f(n_2)$.

2. Для схемы трехступенчатого испарения получить для двух примесей табличную и графическую зависимости влияния суммарной паропроизводительности второго и третьего соленых отсеков на содержание примеси в паре $S_{\text{П}}^{\text{см}} = f(n_2 + n_3)$.

3. Получить табличную и графическую зависимости влияния величины p продувки в интервале от одного до шести процентов с шагом 1% на солесодержание пара при двух- и трехступенчатом испарении при оптимальном парораспределении, определяющем максимальную эффективность, с использованием полученных в заданиях 1 и 2 данных.

Контрольные вопросы:

1. Принцип работы, назначение и область применения схем ступенчатого испарения.
2. Оптимальная производительность солёного отсека. Виды схем ступенчатого испарения.
3. Переброс котловой воды в схемах ступенчатого испарения и борьба с ним. Схемы с выносными и внутрибарабанными циклонами.
4. Расчетные уравнения солевого баланса схем ступенчатого испарения.

Лабораторная работа № 8. Исследование эффективности паросепарационной схемы испарителя кипящего типа

Задание по лабораторной работе:

1. Провести расчет качества вторичного пара в испарительной установке (ИУ) с двухступенчатой паропромывкой и жалюзийным сепаратором при трех значениях величины продувки. Определить соленость вторичного пара на входе в каждую ступень очистки пара и на выходе из неё.

2. Построить графики зависимости солености вторичного пара от величины продувки $S_{n1} = f(p)$, $S_{n2} = f(p)$, $S_{emn1} = f(p)$ – для ИУ с одноступенчатой промывкой и жалюзийным сепаратором и графики $S_{n3} = f(p)$, $S_{emn2} = f(p)$ – для ИУ с двухступенчатой промывкой и жалюзийным сепаратором.

Контрольные вопросы:

1. Принцип работы, назначение и область применения паропромывки.
2. Расчетные уравнения солевого баланса паропромывки.
3. Принципиальные схемы паропромывочных устройств барабанных котлов и испарителей.
4. Особенности организации паропромывки на котлах ВД и СВД.

Лабораторная работа № 9. Регулирование величины рН в теплоносителе первого контура реактора типа ВВЭР

Задание по лабораторной работе:

1. На математической модели, реализуемой на персональном компьютере, в течение всей кампании реактора организовать правильное ведение водного режима, обеспечивающее условие $pH = 7,2 \pm 0,1$.

2. Работая с математической моделью, для каждого момента времени кампании, начиная с начального, необходимо задать определенные концентрации гидроксида калия при неизменной начальной концентрации аммиака так, чтобы величина рН находилась в заданном диапазоне значений $pH = 7,2 \pm 0,1$.

3. Подбирая необходимую концентрацию КОН, студент проходит всю кампанию реактора 13,5 месяцев. Значения рН и концентрации реагентов заносятся в таблицу.

4. В случае возникновения нештатных ситуаций при ведении водно-химического режима, необходимо выбрать из предложенных ЭВМ решений одно правильное, позволяющее ликвидировать эту нештатную ситуацию.

Контрольные вопросы:

1. Особенности организации водно-химического режима парогенераторов АЭС с реакторами типа РБМК и ВВЭР.

2. Водно-химические режимы реакторов типа ВВЭР.
3. Водно-химические режимы реакторов типа РБМК.
4. Состав и особенности работы оборудования спецводоочистки.

Лабораторная работа № 10. Изучение растворимости продуктов коррозии в теплоносителе первого контура реактора типа ВВЭР

Задание по лабораторной работе:

1. Рассчитать значения растворимости продуктов коррозии в заданном диапазоне рН реакторной воды и температур на входе и выходе из реактора.
2. Провести сравнительный анализ растворимости продуктов коррозии при различных температурах на входе и выходе из реактора при различных значениях X и CH_2 .
3. Оценить поверхность конструкционных материалов первого контура реактора типа ВВЭР, подверженную коррозии.

Контрольные вопросы:

1. Факторы, влияющие на растворимость в теплоносителе продуктов коррозии конструкционных материалов.
2. Особенности растворимости железоксидных соединений в теплоносителе. Изменение состава железоксидных соединений по конденсатно-питательному тракту ТЭС.
3. Образование комплексных соединений железа, меди, цинка и никеля. Особенности растворимости продуктов коррозии нержавеющей сталей.
4. Состав и особенности работы оборудования конденсатоочистки.

Лабораторная работа № 11. Водно-химические режимы ТЭС с барабанными и прямоточными котлами

Задание по лабораторной работе:

1. Изучить особенности ведения водно-химического режима на блоках ТЭС с барабанными котлами давлением 14 МПа и прямоточными котлами давлением 24 МПа.
2. На примере ТЭС с барабанными котлами давлением 14 МПа и прямоточными котлами давлением 24 МПа установить, как влияют на выбор ВХР состав основного оборудования ТЭС и вид применяемых конструкционных материалов.
3. Подобрать необходимые реагенты и определить места их ввода на схеме контроля за водно-химическим режимом энергоблока.
4. Ознакомиться с нормами ПТЭ своего ВХР и в случае их нарушения принять меры по корректировке режима.

Контрольные вопросы

1. Щелочно-фосфатный и фосфатно-нитратный водно-химические режимы. Область применения, реагенты, механизм действия, нормируемые технологические показатели, преимущества и недостатки.

2. Комплексонный водно-химический режим. Область применения, реагенты, механизм действия, нормируемые технологические показатели, преимущества и недостатки.

3. Гидразинно-аммиачный и гидразинный нитратный водно-химические режимы. Применяемые, реагенты, механизм действия, нормируемые технологические показатели, преимущества и недостатки.

4. Нейтральные режимы с дозированием газообразного кислорода и перекиси водорода. Применяемые, реагенты, механизм действия, нормируемые технологические показатели, преимущества и недостатки.

5. Безреагентный водно-химический режим. Область применения, реагенты, механизм действия, нормируемые технологические показатели, преимущества и недостатки.

Приложение № 3

ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЕ ПО ТЕМАМ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

(для студентов очной формы обучения)/

КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

(для студентов заочной формы обучения)

Задача №1

1.1 Для конденсаторов блока ТЭС с барабанными котлами и давлением P , МПа определить допустимую величину присоса для обеспечения требуемой жесткости конденсата, если n , % всего конденсата сливается сразу в конденсатопровод после ПВД и ПНД. Сравнить допустимый присос с величиной $q^{техн}$, которая обеспечивается технологией изготовления конденсатора.

1.2 Определить допустимое солесодержание добавочной воды по иону натрия Na^+ $S_{дв}^{Na}$, мкг/дм³, если известны:

- внутренние и внешние утечки добавочной воды, $\alpha_{ут}^{см}$, $\alpha_{ут}^{вн}$, (%) ,
- солесодержание продувочной воды по иону натрия $S_{прод}^{Na}$, мг/дм³,
- содержание сухого остатка в химочищенной и котловой воде $S_{ов}^c$, мг/дм³, $S_{кв}^c$, мг/дм³.

Деаэрация производится в деаэраторе при P_d , МПа. Исходные данные для выполнения задания выбираются из таблиц П1 или П2.

1.3 Изобразить на листе формата А4 принципиальную тепловую схему рассматриваемой ТЭС.

Таблица П1 – Варианты 1-10 задачи №1

Обозначение, размерность	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P , МПа	13.8	3.9	9.8	10.0	9.8	15	3.9	9.8	7.0	8.0
n , %	55	60	50	50	45	46	30	40	50	45
Охлаждающая вода	Река Нарва	Каспийское море	Река Днепр	Река Белая	Река Дон	Река Сев. Донец	Река Иртыш	Белое море	Река Волга	Река Обь
$\alpha_{ут}^{ст}$, %	1.6	1.0	1.8	2.0	1.5	3.0	3.5	1.5	4.0	2.5
$\alpha_{ут}^{вн}$, %	5.0	4.5	-	-	-	4.0	7.0	-	5.0	-

Обозначение, размерность	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$S_{\text{прод}}^{\text{Na}}$, мг/дм ³	100	200	300	200	400	300	400	350	350	280
$S_{\text{кв}}^{\text{c}}$, мкг/дм ³	1000	900	500	500	100	400	600	1200	1100	800
$S_{\text{об}}^{\text{c}}$, мг/дм ³	100	80	60	70	30	40	45	150	120	70
$P_{\text{д}}$, МПа	0.7	0.12	0.4	0.7	0.35	0.7	0.12	0.5	0.35	0.35
Тип электростанции	ТЭЦ	ТЭЦ	ГРЭС	ГРЭС	ГРЭС	ТЭЦ	ТЭЦ	ГРЭС	ТЭЦ	ГРЭС
Род топлива	ж	ж	ж	тв	тв	ж	тв	ж	тв	ж

Таблица П2 – Варианты 11-20 задачи №1

Обозначение, размерность	Вариант									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
P , МПа	8.0	10	6.0	4.0	6.0	10	18	13	19	15
n , %	42	50	25	35	20	35	40	50	55	40
Охлаждающая вода	Река Ока	Река Тобол	Балт. море	Река Прегель	Черное море	Река Днепр	Река Ангара	Река Белая	Река Десна	Река Нева
$\alpha_{\text{ут}}^{\text{ст}}$, %	2.0	5.5	1.5	5.0	3.0	4.5	1.5	3.0	2.0	4.0
$\alpha_{\text{ут}}^{\text{вн}}$, %	5.0	6.0	6.0	7.0	8.0	3.0	7.0	5.0	8.0	3.0
$S_{\text{прод}}^{\text{Na}}$, мг/дм ³	280	150	300	500	300	100	120	130	100	150
$S_{\text{кв}}^{\text{c}}$, мг/дм ³	700	160	500	1000	500	200	350	500	300	600
$S_{\text{об}}^{\text{c}}$, мг/дм ³	75	20	60	150	120	50	30	50	20	40
$P_{\text{д}}$, МПа	0.35	0.7	0.12	0.12	0.35	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Тип электростанции	ГРЭС	ТЭЦ	ТЭЦ	ГРЭС	ГРЭС	ТЭЦ	ТЭЦ	ТЭЦ	ГРЭС	ГРЭС
Род топлива	тв	ж	газ	тв	газ	газ	ж	газ	тв	газ

Задача № 2 (варианты 1-7)

2.1 Определить содержание примесей в насыщенном паре барабанного котла ТЭС давлением $P_{\text{к}}$, МПа с заданной паросепарационной схемой, если известны:

- продувка p , %;

- переброс котловой воды из соленого отсека в пресный ρ , %;
- производительности соленых отсеков n_2, n_3 , %;
- влажности пара в отсеках $\omega_1, \omega_2, \omega_3$, %.

Качество питательной воды $S_{ПВ}$ определяется заданными примесями. Коэффициенты распределения примесей по отсекам (ступеням испарения) равны между собой

$$K_{p1}^i = K_{p2}^i = K_{p3}^i.$$

2.2 Определить содержание примесей в насыщенном паре барабанного котла с обычной паросепарационной схемой при тех же значениях $P_K, p, S_{ПВ}$, если известна влажность пара в барабане котла $\omega = \omega_1$. Сравнить эффективность заданной схемы с обычной схемой барабанного котла по каждой заданной примеси..

2.3 Изобразить обе паросепарационные схемы котлов с солевыми балансами заданных примесей. Исходные данные для выполнения задания № 2 (варианты 1-7) выбираются из таблиц ПЗ или П4.

Таблица ПЗ – Варианты 1-4 задачи №2

Обозначение, размерность		Вариант							
		1		2		3		4	
Тип паросепарационной схемы барабанного котла		Двухступенчатое испарение		Двухступенчатое испарение с промывкой котловой водой пресного отсека		Трёхступенчатое испарение		Трёхступенчатое испарение с промывкой котловой водой пресного отсека	
Переброс котловой воды ρ_{II} , %		-		-		-		-	
P_K , МПа		10.0		9.0		13.0		15.0	
Качество пит. воды	Тип примеси	Fe ₂ O ₃	NaCl	Fe ₂ O ₃	NaCl	H ₂ SiO	NaCl	H ₂ SiO ₃	NaCl
	$S_{ПВ}^i$, мкг/л	100	300	100	300	100	350	100	350
Продувка p , %		1.0		1.0		1.5		1.5	
Производительность соленых отсеков	n_2 , %	10		10		20		10	
	n_3 , %	-		-		5		5	
Влажность пара в отсеках	ω_1 , %	1.5		1.5		1.0		1.0	
	ω_2 , %	0.5		0.5		0.5		0.5	
	ω_3 , %	-		-		0.02		0.02	

Таблица П4 – Варианты 5-7 задачи №2

Обозначение, размерность		Вариант					
		5		6		7	
Тип паросепарационной схемы барабанного котла		Двухступенчатое испарение		Трёхступенчатое испарение		Трёхступенчатое испарение с промывкой котловой водой пресного отсека	
Переброс котловой воды ρ_{II} , %		5.0		5.0		5.0	
P_K , МПа		14.0		15.0		12.0	
Качество пит. воды	Тип примеси	Na ₂ SO ₄	Al ₂ O ₃	Na ₂ SO ₄	NaOH	Fe ₂ O ₃	H ₂ SiO
	$S_{пв}^i$, мкг/л	400	110	250	100	170	120
Продувка p , %		1.5		1.5		1.0	
Производительность соленых отсеков	n_2 , %	15		20		15	
	n_3 , %	-		4		4	
Влажность пара в отсеках	ω_1 , %	2.0		1.5		1.7	
	ω_2 , %	0.5		0.2		0.5	
	ω_3 , %	-		0.01		0.8	

Задача № 2 (варианты 8 - 13)

2.1 Определить допустимое содержание заданных примесей в питательной воде барабанного котла ТЭС давлением P_K , МПа с паропромывочным устройством (ППУ) $S_{ПВ}$, мкг/кг, если известны:

- продувка p , %;
- высота от ППУ до паротборной трубы $H_{ПО}$, м;
- скорость пара, приведенная к «зеркалу испарения» W , м/с.

2.2 Определить также содержание примесей в продувочной воде и в паре под ППУ $S_{ПРОД}$, $S'_{П}$, мкг/кг.

2.3 Решить эту же задачу для обычной схемы барабанного котла с горизонтальным жалюзийным сепаратором с заданным коэффициентом очистки $K_{Оч}^{cen}$, приняв высоту установки его от «зеркала испарения» $H_{СЕП} = 2 \cdot H_{ПО}$.

2.4 Изобразить схемы барабанов обоих паросепарационных схем с солевыми балансами заданных примесей.

Исходные данные для выполнения задания № 2 (варианты 8-13) выбираются из таблицы П5.

Таблица П5 – Варианты 8-13 задачи №2

Обозначение, размерность	Вариант					
	8	9	10	11	12	13
P_K , МПа	10.0	8.0	14.0	7.0	12.0	13.0
Тип примеси	NaCl, H ₂ SiO ₃	H ₂ SiO ₃	NaCl	NaCl, H ₂ SiO ₃	NaCl	H ₂ SiO ₃
$H_{ПО.}$, м	0.4	0.5	0.45	0.55	0.5	0.45
W , м/с	0.15	0.25	0.3	0.2	0.2	0.2
$K_{оч}^{сеп}$	15	10	20	25	10	20
p , %	1.5	1.0	1.8	1.2	2.0	1.5

Задача № 2 (варианты 14-20)

2.1 Определить на сколько процентов снизится общее солесодержание пара в барабане парового котла давлением P_K , МПа с заданной паросепарационной схемой $S_{П}$, мкг/кг в случае установки в барабане котла (или в пресном отсеке схемы ступенчатого испарения) паропромывочного устройства (ППУ) для промывки общего количества пара, если известны:

- продувка котла p , %;
- производительности солёных отсеков n_2, n_3 , %;
- влажность пара в солёных отсеках ω_2, ω_3 , %;
- высота парового объема от "зеркала испарения" до паротборной трубы $H_{ПО}$, м в барабане котла без ППУ;
- высота парового объема от "зеркала испарения" до паропромывочного устройства

$$H_{ППУ} = \frac{H_{ПО}}{2}, \text{ м.}$$

Скорость пара в ППУ принять равной приведенной скорости пара в пресном отсеке W_1 , м/с. Качество питательной воды определяется заданными примесями $S_{ПВ}^i$ (мкг/кг). Перебросом из "соленых" отсеков в "пресный" пренебречь.

2.2. Изобразить обе паросепарационные схемы котлов с солевыми балансами задан-

ных примесей. Исходные данные для выполнения задания № 2 (варианты 14-20) выбираются из таблиц П6 и П7.

Таблица П6 – Варианты 14-17 задачи №2

Обозначение, размерность		Вариант							
		14		15		16		17	
Тип паросепарационной схемы		Барабанный котел без ступенчатого испарения		Двухступенчатое испарение		Трёхступенчатое испарение		Барабанный котел без ступенчатого испарения	
P_K , МПа		15.0		12.0		10.0		10.0	
Продувка p , %		1.5		1.0		1.0		1.2	
Качество пит. воды	Тип примеси	H_2SiO_3	$CaSO_4$	H_2SiO_3	Na_2SO_4	Fe_3O_4	$NaCl$	Fe_3O_4	$CaSO_4$
	$S_{пв}^i$, мкг/л	150	100	150	270	170	250	150	300
Производительность солевых отсеков,	n_2 , %	-		12		10		-	
	n_3 , %	-		-		4		-	
Влажность пара в отсеках	ω_2 , %	-		0.5		0.2		-	
	ω_3 , %	-		-		0.05		-	
$H_{по}$, м		1.0		0.8		0.9		1.0	
W_1 , м/с		0.3		0.25		0.2		0.15	

Таблица П7 – Варианты 18-20 задачи №2

Обозначение, размерность		Вариант					
		18		19		20	
Тип паросепарационной схемы		Барабанный котел без ступенчатого испарения		Двухступенчатое испарение		Трёхступенчатое испарение	
P_K , МПа		14.0		12.0		13.0	
Продувка p , %		1.4		1.0		1.5	
Качество пит. воды	Тип примеси	$NaCl$	H_2SiO_3	Na_2SO_4	H_2SiO_3	$CaSO_4$	Fe_3O_4
	$S_{пв}^i$, мкг/л	300	120	300	180	200	150
Производи-	n_2 , %	-		10		11	

Обозначение, размерность		Вариант		
		18	19	20
Влажность пара в отсеках	$\omega_2, \%$	-	0.4	0.2
	$\omega_3, \%$	-	-	0.25
$H_{по}, м$		1.2	1.1	1.1
$W_1, м/с$		0.2	0.3	0.2

Приложение № 4

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

1. Устойчивость коллоидных систем. Механизм образования флокул.
2. Принципиальная схема и технология очистки воды в осветлителе для коагуляции. Изменение химического состава воды при коагуляции, контролируемые показатели.
3. Реагенты, применяемые при коагуляции. Механизм действия и область применения. Определение необходимой дозы коагулянта.
4. Флокулянты. Назначение и механизм действия. Определение необходимой дозы флокулянта.
5. Свободное и стеснённое осаждение взвешенных частиц при известковании и коагуляции.
6. Равновесие в процессах осаждения солей известью. Химические реакции, протекающие при известковании воды.
7. Реагенты, применяемые при известковании. Механизм действия и область применения. Определение минимальной дозы извести.
8. Реагенты, применяемые при содоизвестковании. Механизм действия и область применения. Определение необходимой дозы извести и соды. Изменение химического состава воды при содоизвестковании.
9. Принципиальная схема и технология очистки воды в осветлителе для коагуляции и известкования. Изменение химического состава воды при коагуляции известковании. Контролируемые показатели.
10. Фильтрующие материалы осветлительных фильтров и их свойства. Кинетика движения жидкости в зернистом слое.
11. Математическая модель работы механического фильтра. Уравнение материального баланса.
12. Уравнения кинетики и статики механической фильтрации. Уравнение Шилова.
13. Технология очистки воды в насыпных механических фильтрах. Принципиальная схема, режимы работы, контролируемые показатели и устройство насыпного механического фильтра.
14. Технология очистки воды в намывных механических фильтрах. Принципиальная схема режимы работы, контролируемые показатели и устройство намывного механического фильтра.

15. Иониты, применяемые в теплоэнергетике. Механизм ионного обмена. Обменная емкость.
16. Ионообменное равновесие. Уравнение Никольского.
17. Математическая модель работы ионитного фильтра в равновесных условиях. Кинетика ионного обмена.
18. Работа ионитного фильтра в неравновесных условиях. Расчет времени работы ионитного фильтра.
19. Технология катионирования.. Na-катионирование. Режимы работы, контролируемые показатели.
20. Технология катионирования. H-катионирование. Режимы работы, контролируемые показатели.
21. Технология анионирования. OH-анионирование. Режимы работы, контролируемые показатели.
22. Технология ионитного (химического) обессоливания воды. Процессы последовательного H-OH-ионирования воды.
23. Принципиальные схемы ионитного обессоливания воды с одной и несколькими ступенями раздельного H-OH-ионирования.
24. Процесс совместного H-OH-ионирования воды. Конструкции ФСД с регенерацией внутри и вне корпуса фильтра. Технология выносной регенерации.
25. Основные пути попадания примесей в насыщенный пар. Общий коэффициент уноса.
26. Выбор оптимальной производительности солёных отсеков схем ступенчатого испарения. Графики относительного выноса примесей с паром и котловой водой.
27. Конструктивные схемы ступенчатого испарения, особенности организации солёных отсеков в котлах ТЭС и РТС.
28. Переброс котловой воды и борьба с ним. Схемы с выносными циклонами и требования к организации этих схем.
29. Оптимальные условия применения схем ступенчатого испарения. Унифицированная схема ступенчатого испарения.
30. Паропромывка. Принцип работы. Назначение и преимущества. Уравнения солевого баланса. Факторы, влияющие на эффективность паропромывки. Графики относительного выноса кремневой кислоты с паром.

31. Схемы совмещения паропромывки и ступенчатого испарения. Преимущества и принцип работы. Графики относительного выноса кремневой кислоты с паром в комбинированных схемах.

32. Особенности организации паропромывки в барабанных котлах ВД и СВД. Оптимальные условия и область применения схем паропромывки.

33. Паросепарационные устройства барабанных паровых котлов, парогенераторов АЭС и испарителей.

34. Щелочно-фосфатный водно-химический режим. Область применения, реагенты, механизм действия, нормируемые технологические показатели, преимущества и недостатки.

35. Фосфатно-нитратный водно-химический режим. Область применения, реагенты, механизм действия, нормируемые технологические показатели, преимущества и недостатки.

36. Комплексонный водно-химический режим. Область применения, реагенты, механизм действия, нормируемые технологические показатели, преимущества и недостатки.

37. Гидразинно-аммиачная обработка конденсатно-питательного тракта. Область применения, реагенты, механизм действия, нормируемые технологические показатели, преимущества и недостатки.

38. Водно-химические режимы барабанных котлов СД, ВД и СВД. Применяемые реагенты, механизм действия, нормируемые технологические показатели, преимущества и недостатки.

39. Водно-химические режимы прямоточных котлов СКД. Применяемые реагенты, механизм действия, нормируемые технологические показатели, преимущества и недостатки.

40. Безреагентный водно-химический режим. Область применения, механизм действия, нормируемые технологические показатели, преимущества и недостатки.

41. Факторы, влияющие на растворимость в теплоносителе продуктов коррозии конструкционных материалов. Особенности растворимости железоксидных соединений в теплоносителе. Изменение состава железоксидных соединений по конденсатно-питательному тракту ТЭС.

42. Образование комплексных соединений железа, меди, цинка и никеля. Особенности растворимости продуктов коррозии нержавеющей сталей.

43. Особенности организации водно-химического режима парогенераторов АЭС с реакторами типа РБМК и ВВЭР.

44. Водно-химические режимы реакторов типа ВВЭР и РБМК.

45. Гидразинно-аммиачный и гидразинный нитратный водно-химические режимы. Применяемые, реагенты, механизм действия, нормируемые технологические показатели, преимущества и недостатки.

46. Нейтральные режимы с дозированием газообразного кислорода и перекиси водорода. Применяемые, реагенты, механизм действия, нормируемые технологические показатели, преимущества и недостатки.

47. Влажность пара, её измерение на практике и расчет по формуле Л.С. Стермана.

48. Капельный унос (влажность пара), факторы, влияющие на его величину.

49. Растворимость примесей в насыщенном паре. Коэффициент распределения примеси КР, формула Стирковича для расчета КР Факторы, влияющие на КР.

50. Лучевая диаграмма растворимости примесей в насыщенном паре барабанного котла.

51. Растворимость примесей в перегретом паре барабанного котла. Факторы, влияющие на растворимость примесей в перегретом паре. Уравнения растворимости основных примесей в перегретом паре. Изобары и изотермы растворимости.

52. Растворимость примесей в пароводяном тракте прямого котла СКД. Факторы, влияющие на растворимость примесей в перегретом паре. Уравнения растворимости основных примесей в перегретом паре. Изобары и изотермы растворимости

53. Особенности образования отложений примесей в проточной части паровой турбины.

54. Обоснование необходимости анионирования добавочной воды для котлов ВД, СВД и СКД.

55. Характеристика загрязнений конденсата. Нормативные значения технологических показателей качества турбинного конденсата.

56. Присос охлаждающей воды. Его причины. Нормативные, предельно-допустимые значения присосов охлаждающей воды в конденсаторе. Конструктивные меры по борьбе с присосом охлаждающей воды.

57. Развернутые уравнения баланса примесей на КЭС, ТЭЦ и АЭС.

58. Уравнения баланса расходов для определения количества добавочной воды на КЭС, ТЭЦ и АЭС.

59. Область применения схем очистки турбинного конденсата. Технологические схемы очистки турбинного конденсата.

60. Обоснование выбора схемы БОУ. Схемы конденсатоочистки с ФСД с внешней и внутренней регенерацией, намывными ионитными и электромагнитными фильтрами.

61. Особенности водно-химического режима конденсаторов с «сухими» градирнями.

62. Критерии оценки ВХР в отношении качества пара барабанного котла. Нормируемые технологические показатели качества пара и их значения для барабанных котлов СД, ВД, СВД.

63. Уравнение солевого баланса барабанного котла. Определение содержания примеси в насыщенном паре барабанного котла. Относительный вынос примесей с паром и котловой водой.

64. Продувка барабанного котла и её нормирование. Виды продувки и их назначение. Графики продувки по пару и по воде для кремневой кислоты и общего солесодержания.

65. Схема использования продувки на ТЭС, расчет расширителя непрерывной продувки. Область применения схем барабанных котлов с регулированием качества пара продувкой.

66. Схемы ступенчатого испарения барабанных котлов ТЭС и РТС. Назначение и преимущество схем ступенчатого испарения. Принцип работы схемы 2-х ступенчатого испарения.

67. Уравнения солевого баланса схемы 2-х ступенчатого испарения. Определение содержания примеси в насыщенном паре барабанного котла со схемой 2-х ступенчатого испарения.

68. Назначение, область применения, принцип работы схемы 3-х ступенчатого испарения.

69. Уравнения солевого баланса схемы 3-х ступенчатого испарения. Определение содержания примеси в насыщенном паре барабанного котла со схемой 3-х ступенчатого испарения.