

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

**Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

**Наименование образовательной программы: Технология воды и топлива на ТЭС и АЭС**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Водно-химические режимы ТЭС и АЭС**

**Москва  
2021**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Петрова Т.И.
	Идентификатор	R83612c6f-PetrovaTI-024a9341

(подпись)

Т.И. Петрова

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шацких Ю.В.
	Идентификатор	R6ca75b8e-ShatskikhYV-f045f12f

(подпись)

Ю.В.  
Шацких

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Орлов К.А.
	Идентификатор	R24178de8-OrlovKA-0ab64072

(подпись)

К.А. Орлов

(расшифровка  
подписи)

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-3 Способен участвовать в организации химического контроля качества воды и поддержании требуемого химического режима на объектах энергетики

ИД-1 Владеет методами оценки состояния поверхностей нагрева и трубопроводов,

знает современные способы антикоррозионной защиты оборудования и трубопроводов

ИД-4 Демонстрирует знания по выявлению причин нарушений штатных режимов работы оборудования

ИД-5 Знает требования к качеству воды и методы поддержания водно-химического режима на объектах энергетики

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Загрязнение пара примесями (Тестирование)

2. Основные способы снижения скорости коррозии и образования отложений в котлах (Тестирование)

3. Пути поступления примесей в пароводяной тракт ТЭС. Основы процессов коррозии металлов (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Водно-химические режимы на ТЭС и АЭС (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

7 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	16
Поступление примесей в паро-водяной тракт. Коррозия конструкционных материалов в пароводяном тракте ТЭС и АЭС					
Основные пути поступления примесей в паро-водяной тракт ТЭС и АЭС.	+				
Химическая и электрохимическая коррозия.	+				
Образование защитных оксидных пленок как решающий фактор пассивации металлов.	+				
Виды коррозионных повреждений различных сталей и сплавов.	+				

Основные физико-химические процессы , протекающие в водном теплоносителе				
Изменение свойств воды с изменением температуры и давления.		+		
Растворимость примесей в перегретом паре.		+		
Закономерности перехода примесей из кипящей воды в насыщенный пар.		+		
Образование отложений на теплопередающих поверхностях в котлах и в проточной части паровых турбин.		+		
Водно-химические режимы на ТЭС с барабанными и прямоточными котлами и ТЭС с ПГУ				
Типы водно-химических режимов на ТЭС с прямоточными и барабанными котлами и ТЭС с ПГУ.				+
Требования к качеству питательной воды на ТЭС с прямоточными , барабанными котлами и на ТЭС с ПГУ.				+
Способы поддержания водно-химических режимов.				+
Методы очистки турбинного конденсата. Консервация оборудования во время простоев.			+	
Удаление примесей из пароводяного тракта ТЭС.			+	
Основные технологические схемы и водно-химические режимы на АЭС с реакторами типа ВВЭР и РБМК				
Водно-химические режимы первого контура двухконтурных АЭС.			+	+
Водно-химические режимы второго контура двухконтурных АЭС.			+	
Водно-химический режим АЭС с реакторами типа РБМК.			+	
Технологическая схема АЭС с реакторами типа РБМК.				+
Требования к качеству воды и пара на АЭС.				+
Способы очистки контурных вод.			+	
Вес КМ:	20	30	30	20

§Общая часть/Для промежуточной аттестации§

### БРС курсовой работы/проекта

7 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %		
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2
	Срок КМ:	8	16
Выбор водно-химического режима ТЭС		+	+
Расчёт количества реагентов для коррекции водно-химического режима		+	+
Выбор точек дозирования реагентов и основных показателей химического контроля			+

Выбор реагентов и способа консервации оборудования во время простоя		+
Вес КМ:	50	50

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-3	ИД-1 <sub>ПК-3</sub> Владеет методами оценки состояния поверхностей нагрева и трубопроводов, знает современные способы антикоррозионной защиты оборудования и трубопроводов	Знать: основные способы коррекции качества теплоносителя с целью снижения коррозии и образования отложений в паро-водяном тракте ТЭС и АЭС	Пути поступления примесей в пароводяной тракт ТЭС. Основы процессов коррозии металлов (Тестирование)
ПК-3	ИД-4 <sub>ПК-3</sub> Демонстрирует знания по выявлению причин нарушений штатных режимов работы оборудования	Знать: основные показатели, характеризующие свойства воды и пара в пароводяном тракте ТЭС и АЭС и их изменение с изменением рабочих параметров	Загрязнение пара примесями (Тестирование)
ПК-3	ИД-5 <sub>ПК-3</sub> Знает требования к качеству воды и методы поддержания водно-химического режима на объектах энергетики	Знать: основные физико-химические процессы, протекающие в пароводяном тракте ТЭС и АЭС Уметь: принимать конкретные решения при разработке и	Основные способы снижения скорости коррозии и образования отложений в котлах (Тестирование) Водно-химические режимы на ТЭС и АЭС (Контрольная работа)

		внедрении водно-химического режима на ТЭС и АЭС.	
--	--	--	--

## II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

### КМ-1. Пути поступления примесей в пароводяной тракт ТЭС. Основы процессов коррозии металлов

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполнения теста с выбором вариантов ответов

#### Краткое содержание задания:

Выполнить тесты на компьютере

#### Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: основные способы коррекции качества теплоносителя с целью снижения коррозии и образования отложений в пароводяном тракте ТЭС и АЭС</p>	<p>1. Что такое коррозия? Образование отложений на поверхности металлов Разрушение металлов или сплавов вследствие физико-химических процессов Испарение воды с поверхности металла Конденсация влаги на поверхности металла Образование плёнки на поверхности металла</p> <p>2. Что такое электрохимическая коррозия? Коррозия без возникновения электрического тока Коррозия под влиянием органических соединений, не проводящих электрический ток Коррозия с возникновением электрического тока Образование отложений на поверхности металла</p> <p>3. Что такое анодная поляризация? Смещение электродных потенциалов в сторону отрицательных значений Смещение электродных потенциалов в сторону положительных значений Снижение концентрации ионов металлов вблизи анодного участка Разрушение защитных плёнок на поверхности металла</p> <p>4. Что такое деполяризация? Восстановление ЭДС Уменьшение ЭДС Снижение скорости коррозии Уменьшение ионов-деполяризаторов у поверхности металла</p> <p>5. Основные условия действия защитных плёнок на поверхности металлов? Большое количество пор в структуре плёнки Высокая плотность, хорошая адгезия, низкая пористость, отсутствие напряжений Низкая сплошность Большая толщина плёнки</p>
--	---



	<p>6. Основные факторы, влияющие на растворимость примесей в паре и воде?  Наличие на поверхности отложений  Энергия кристаллической решётки и электролитические свойства растворителя  Процессы поляризации  Процессы деполяризации</p> <p>7. Что такое механический унос примесей из кипящей воды в пар?  Растворение примесей в паре  Поступление капель воды в пар  Конденсация пара  Образование пены на поверхности кипящей воды</p> <p>8. Что характеризует видимый коэффициент распределения примесей между паром и водой?  Загрязнение пара за счёт капельного уноса примесей  Загрязнение пара за счёт капельного уноса и растворения примесей в паре  Загрязнение пара за счёт растворимости примесей в паре  Загрязнение пара за счёт перехода в него молекул</p> <p>9. Что влияет на видимый коэффициент распределения слабых электролитов?  Растворимость примесей в воде  Концентрация примесей в воде  Термодинамические параметры, рН и присутствие в воде комплексообразователей  Только термодинамические параметры</p> <p>10. Что влияет на видимый коэффициент распределения сильных электролитов?  Растворимость примесей в воде  Термодинамические параметры, концентрация в примесей воде, присутствие органических примесей  Поступление капель воды в пар  Термодинамические параметры и рН  рН</p>
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 55*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

## КМ-2. Загрязнение пара примесями

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполнения теста с выбором вариантов ответов

**Краткое содержание задания:**

Выполнить тесты на компьютере

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: основные показатели, характеризующие свойства воды и пара в пароводяном тракте ТЭС и АЭС и их изменение с изменением рабочих параметров</p>	<p>1.Что такое «загрязнение насыщенного пара за счёт механического уноса»? Растворение примесей в паре Поступление капель воды в пар Конденсация пара</p> <p>2.Как влияет увеличение высоты парового пространства на влажность пара? Влажность пара увеличивается Влажность пара не изменяется Влажность пара снижается</p> <p>3.Как влияет солесодержание котловой воды на капельный унос? При увеличении солесодержания воды капельный унос уменьшается Изменение солесодержания воды не влияет на капельный унос При увеличении солесодержания капельный унос увеличивается</p> <p>4.Сохраняется ли соотношение примесей в паре таким же, как в котловой воде, если примеси переходят в пар за счёт капельного уноса? Не сохраняется Соотношение примесей одинаково в паре и котловой воде В паре и воде соотношение примесей одинаковое</p> <p>5.Что характеризует коэффициент распределения? Переход примесей в пар с каплями влаги Переход примесей за счёт растворимости в паре Переход примесей за счёт растворимости и капельного уноса</p> <p>6.Что такое видимый коэффициент распределения? Отношение общих концентраций примесей в паре и воде Отношение концентраций примесей, растворённых в паре и воде Отношение концентраций примесей, растворённых в паре, к общей концентрации примесей в воде</p> <p>7.Что такое ионный коэффициент распределения? Отношение концентраций ионов в паре к общей концентрации примесей в воде</p>
---	---

	<p>Отношение концентраций ионов в паре к концентрации растворённых примесей в воде</p> <p>Отношение концентраций ионов в паре к концентрации ионов в воде</p> <p>8. Влияет ли рН на видимый коэффициент распределения слабых электролитов?</p> <p>Влияет</p> <p>Не влияет</p> <p>Объяснить на примере диссоциации <math>\text{Cu}(\text{OH})_2</math></p> <p>9. Как влияет наличие в воде комплексообразователей на видимый коэффициент распределения слабых электролитов?</p> <p>Уменьшает видимый коэффициент распределения</p> <p>Увеличивает видимый коэффициент распределения</p> <p>Не влияет</p> <p>10. Какие факторы влияют на видимый коэффициент распределения сильных электролитов?</p> <p>Значение рН</p> <p>Концентрация примеси и наличие органических соединений</p> <p>Наличие в воде твёрдой фазы</p>
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 55*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

**КМ-3. Основные способы снижения скорости коррозии и образования отложений в котлах**

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполнения теста с выбором вариантов ответов

**Краткое содержание задания:**

Выполнить тесты на компьютере

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: основные физико-химические процессы ,	1. При каких условиях происходит образование отложений $\text{CaSO}_4$ в котлах?
--	--

<p>протекающие в пароводяном тракте ТЭС и АЭС</p>	<p>Произведение концентраций ионов Ca и SO<sub>4</sub> меньше ПР CaSO<sub>4</sub></p> <p>Произведение концентраций ионов Ca и SO<sub>4</sub> больше ПР CaSO<sub>4</sub></p> <p>Происходит при любых концентрациях Ca и SO<sub>4</sub></p> <p>2. Влияет ли тепловой поток на образование отложений соединений кальция в котлах?</p> <p>Тепловой поток не влияет на образование отложений</p> <p>При увеличении теплового потока количество отложений возрастает</p> <p>При увеличении теплового потока количество отложений уменьшается</p> <p>3. Как влияет фосфатирование котловой воды на образование отложений CaSO<sub>4</sub>?</p> <p>При фосфатировании образуется прикипающий шлам</p> <p>Не влияет на образование отложений</p> <p>Образуется шлам в объеме воды, который выводится с продувкой</p> <p>4. Можно ли использовать фосфатирование воды для регулирования рН котловой воды и снижения количества отложений?</p> <p>Фосфатирование используется только для снижения количества отложений CaSO<sub>4</sub></p> <p>Можно использовать для регулирования рН котловой воды и снижения количества отложений</p> <p>Можно использовать для снижения любых отложений</p> <p>5. Как влияет ли тепловой поток на образование отложений продуктов коррозии?</p> <p>С увеличением теплового потока интенсивность образования отложений увеличивается</p> <p>Увеличение теплового потока не влияет на интенсивность образования отложений</p> <p>Снижение теплового потока приводит к увеличению количества отложений</p> <p>6. Может ли коррекция рН котловой воды изменить количество образующихся отложений продуктов коррозии железа?</p> <p>рН не влияет на количество отложений продуктов коррозии железа</p> <p>при увеличении рН количество отложений продуктов коррозии железа увеличивается</p> <p>при рН выше 12 количество отложений продуктов коррозии железа снижается</p> <p>7. Можно ли использовать Трилон Б для снижения образования отложений продуктов коррозии железа в котлах?</p> <p>Трилон Б не влияет на образование отложений</p> <p>Трилон Б снижает количество отложений</p> <p>Трилон Б увеличивает коррозию и образование отложений</p> <p>8. Образование каких отложений уменьшается при</p>
---	--

	<p>дозировании Трилона Б в котловую воду?  Только солей жёсткости и кремниевой кислоты  Только продуктов коррозии железа  Солей жёсткости и продуктов коррозии железа и меди</p> <p>9.Какие способы можно использовать для снижения скорости образования отложений продуктов коррозии меди в прямоточных котлах?  100% -ая обработка конденсата  дозирование аммиака перед ПНД  Дозирование гидразина перед ПНД</p> <p>10.Какие способы можно использовать для снижения скорости образования отложений продуктов коррозии железа в прямоточных котлах, если в КПП отсутствуют сплавы из меди?  100% -ая обработка турбинного конденсата  дозирование аммиака перед ПНД  использование КАВР и 100% -ая обработка турбинного конденсата</p>
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

**КМ-4. Водно-химические режимы на ТЭС и АЭС**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполнение письменной контрольной по вариантам

**Краткое содержание задания:**

Выполнить письменно контрольную по вариантам

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Уметь: принимать конкретные решения при разработке и внедрении водно- химического режима на ТЭС и АЭС.</p>	<p>1.1. Аммиачные ВХР на ТЭС с прямоточными котлами  2. Схемы обработки реакторной воды на АЭС с реакторами типа РБМК  3. Задача</p>
---	--

.Рассчитать концентрацию аммиака в воде ( $мкг/дм^3$ ), которую необходимо иметь для создания  $pH$  9 при температуре 25 °С. Считать, что весь аммиак находится в форме  $NH_4OH$ . Константа диссоциации аммиака при температуре 25 °С =  $1,8 \cdot 10^{-5}$ .

2.1. Основные условия использования окислительных ВХР на ТЭС с прямоточными котлами

2. ВХР на одноконтурных АЭС с реакторами РБМК

3. Задача

Рассчитать количество аммиака, необходимое для создания  $pH$  9 в воде, содержащей углекислоту в концентрации  $100 мкг/дм^3$  при температуре 25 °С. Константа диссоциации аммиака при температуре 25 °С =  $1,8 \cdot 10^{-5}$ .

3.1. Основные задачи дозирования фосфатов в барабан котлов. Проблемы фосфатирования котловой воды

2. ВХР 2-го контура 2-х контурных АЭС

3. Задача

Рассчитать  $pH$  воды, содержащей  $NH_4OH$  в концентрации  $900 мкг/дм^3$ , Считать, что весь аммиак находится в форме  $NH_4OH$ . Константа диссоциации аммиака при температуре 25 °С =  $1,8 \cdot 10^{-5}$ .

4. Типы ВХР барабанных котлов. Условия их применения

2. ВХР 1-го контура 2-х контурных АЭС

Задача

Определить концентрацию  $Na_3PO_4$ , необходимую для создания  $pH$  воды 10,0 при температуре 25 °С.

Константы диссоциации  $H_3PO_4$ :

Кд1	Кд2	Кд3
$7,6 \cdot 10^{-3}$	$6,2 \cdot 10^{-8}$	$4,4 \cdot 10^{-13}$

5.1. Основные ВХР котлов-утилизаторов на ТЭС с ПГУ, условия их применения.

2. Система обработки продувочной воды парогенераторов на 2-х контурных АЭС

3. Задача

Какое количество  $Na_3PO_4$  необходимо дозировать в котловую воду за один час при расходе питательной воды 100 т/час для создания  $pH$  теплоносителя 9,0 при температуре воды 200 °С? При температуре 200 °С ионное произведение воды  $K_w = 3,9 \cdot 10^{-12}$ , константа диссоциации фосфорной кислоты по третьей ступени =  $10^{-12,89}$

6.1. Кислородный ВХР барабанных котлов. Условия его применения

2. Система обработки реакторной воды на 2-х контурных АЭС

3. Задача

	<p>Рассчитать рН котловой воды при дозировании <math>\text{Na}_3\text{PO}_4</math> в концентрации <math>6\text{мг/дм}^3</math>. Температура котловой воды = <math>300\text{ }^\circ\text{C}</math></p> <p>Константы диссоциации <math>\text{H}_3\text{PO}_4</math> при температуре <math>300\text{ }^\circ\text{C}</math>:  <math>K_{\text{дI ст.}} = 3,98 \cdot 10^{-5}</math>; <math>K_{\text{дII ст.}} = 1,12 \cdot 10^{-8}</math>; <math>K_{\text{дIII ст.}} = 7,94 \cdot 10^{-14}</math>;</p> <p>Ионное произведение воды <math>K_w = 3,04 \cdot 10^{-14}</math></p> <p>7.1. Использование комплексонов для коррекции ВХР барабанных котлов</p> <p>2. Требования к качеству добавочной воды на АЭС</p> <p>3. Задача</p> <p>Рассчитать рН воды при температуре <math>25\text{ }^\circ\text{C}</math>, содержащей аммиак в концентрации <math>2000\text{мг/дм}^3</math> и <math>\text{CO}_2</math> в концентрации <math>1000\text{дм}^3</math>. Константа диссоциации аммиака при температуре <math>25\text{ }^\circ\text{C}</math> <math>= 1,8 \cdot 10^{-5}</math></p> <p>8.1. Использование аммиака для организации ВХР котлов-утилизаторов на ТЭС с ПГУ</p> <p>2. Основные требования к организации ВХР на одно- и двух-контурных АЭС</p> <p>3. Задача</p> <p>Рассчитать рН котловой воды при дозировании в неё <math>\text{Na}_2\text{HPO}_4</math> для поддержания концентрации фосфатов в вод <math>2\text{ мг/дм}^3</math>. Температура котловой воды = <math>300\text{ }^\circ\text{C}</math></p> <p>Константы диссоциации <math>\text{H}_3\text{PO}_4</math> при температуре <math>300\text{ }^\circ\text{C}</math>: <math>K_{\text{дI ст.}} = 3,98 \cdot 10^{-5}</math>; <math>K_{\text{дII ст.}} = 1,12 \cdot 10^{-8}</math>; <math>K_{\text{дIII ст.}} = 7,94 \cdot 10^{-14}</math>;</p> <p>Ионное произведение воды <math>K_w = 3,04 \cdot 10^{-14}</math></p>
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

## Пример билета

1. Пути поступления примесей в пароводяной тракт ТЭС и АЭС.
2. Водно-химические режимы на ТЭС с прямоточными котлами.
3. Задача.

Концентрация кремниевой кислоты в котловой воде составляет 100 мг/кг. Определить концентрацию и преобладающую форму (ионная, молекулярная) кремниевой кислоты в насыщенном паре при следующих условиях:

- рН котловой воды 7;
- видимый коэффициент распределения примеси между паром и водой 0,016.

Повлияет ли присутствие NaOH и Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> на концентрацию кремниевой кислоты в паре? Ответ пояснить

## Процедура проведения

Экзамен по билетам

### *1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины*

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ПК-3</sub> Владеет методами оценки состояния поверхностей нагрева и трубопроводов, знает современные способы антикоррозионной защиты оборудования и трубопроводов

### Вопросы, задания

- 1.1. Типы коррозии металлов и сплавов. Виды коррозионных повреждений оборудования.
2. Водно-химические режимы на ТЭС с барабанными котлами.
3. Задача.

Концентрация Ca<sup>2+</sup> в воде, поступающей в теплообменник, где она нагревается до температуры 150 °С, равна 20 мг/дм<sup>3</sup>. В воде содержатся СО<sub>3</sub><sup>2-</sup> в концентрации 3 мг/дм<sup>3</sup> и SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> в концентрации 0,05 моль/дм<sup>3</sup>. Будет ли происходить образование твердой фазы? Если будет, то какое из соединений будет выпадать?

$$PP \text{ CaSO}_4 = 1,7 \cdot 10^{-7} (t = 150 \text{ }^\circ\text{C});$$

$$PP \text{ CaCO}_3 = 8,4 \cdot 10^{-10} (t = 150 \text{ }^\circ\text{C}).$$

- 2.1. Электрохимическая коррозия. Процессы поляризации и деполяризации при протекании электрохимической коррозии.
2. Водно-химические режимы 1-го контура на 2-х контурных АЭС.
3. Задача.

В воду дозируется Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> в концентрации 6 мг/дм<sup>3</sup>. Какое количество Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> необходимо добавить, чтобы создать такой же рН, что и при дозировании Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>?  
= 7,6×10<sup>-3</sup>; = 6,2×10<sup>-8</sup>; = 4,4×10<sup>-13</sup>.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. При каких условиях образуются отложения сильных электролитов?

Ответы:



Произведение концентраций ионов, из которых состоит соединение, больше произведения растворимости

Произведение концентраций ионов, из которых состоит соединение, меньше произведения растворимости

Произведение активностей ионов, из которых состоит соединение, больше произведения растворимости

Верный ответ: Произведение активностей ионов, из которых состоит соединение, больше произведения растворимости

2. Что такое соединения с отрицательным коэффициентом растворимости?

Ответы:

Растворимость снижается с повышением температуры

Растворимость увеличивается с повышением температуры

Температура не влияет на растворимость

Верный ответ: Растворимость снижается с повышением температуры

3. Как влияет тепловой поток на образование отложений?

Ответы:

Не влияет

С увеличением теплового потока количество отложений уменьшается

С увеличением теплового потока количество отложений увеличивается

Верный ответ: С увеличением теплового потока количество отложений увеличивается

4. Какой из параметров оказывает большее влияние на образование отложений при одном и том же значении рН

Ответы:

Температура

тепловой поток

концентрация примеси

Верный ответ: тепловой поток

5. Как влияет концентрация примеси на скорость образования отложений?

Ответы:

Скорость образования отложений увеличивается

Скорость образования отложений не изменяется

Скорость образования отложений увеличивается только в областях с высокими тепловыми потоками

Верный ответ: Скорость образования отложений увеличивается

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-4<sub>ПК-3</sub> Демонстрирует знания по выявлению причин нарушений штатных режимов работы оборудования

### Вопросы, задания

1.1. Образование паровых растворов малолетучих примесей. Расчёт растворимости веществ в паре.

2. Водно-химические режимы котлов-утилизаторов на ТЭС с ПГУ.

3. Задача.

Определить рН раствора  $\text{H}_2\text{CO}_3$  с концентрацией 750 мкг/кг  
 $K_1 = 4,45 \times 10^{-7}$ ,

$$KП = 4,8 \times 10^{-11}$$

2.1. Загрязнение насыщенного пара за счёт растворимости примесей.

2. Основные реагенты, используемые для промывки котлов и особенности их использования.

3. Задача.

Определить рН раствора, содержащего  $\text{NH}_4\text{OH}$  в концентрации  $700 \text{ мкг/дм}^3 = 1,8 \times 10^{-5}$ .

51. Загрязнение насыщенного пара за счёт растворимости примесей.

3.1. Основные факторы, влияющие на коэффициенты распределения слабых электролитов между кипящей водой и насыщенным паром.

2. Способы удаления отложений из проточной части паровых турбин.

3. Задача.

Концентрация меди в питательной воде  $10 \text{ мкг/кг}$ .

Определить видимый коэффициент распределения меди, если степень циркуляции воды в котле равна 40, а концентрация меди в паре составляет  $3 \text{ мкг/дм}^3$

4.1. Основные факторы, влияющие на коэффициенты распределения сильных электролитов.

2. Способы консервации паровых котлов.

3. Задача.

Котловая вода содержит следующие примеси:

$\text{CFe} = 100 \text{ мкг/кг}$ ,  $\text{CCl}^- = 150 \text{ мкг/кг}$ ,  $\text{CSiO}_2 = 300 \text{ мкг/кг}$ .

Как изменится содержание примесей в паре, если рН снизится с 10 до 6?

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Что такое загрязнение насыщенного пара за счёт механического (капельного) уноса?

Ответы:

Растворение примесей в паре

Поступление капель воды в пар

Конденсация пара

Верный ответ: Поступление капель воды в пар

2. Как влияет увеличение высоты парового пространства на влажность пара?

Ответы:

Влажность пара увеличивается

Влажность пара не изменяется

Влажность пара снижается

Верный ответ: Влажность пара снижается

3. Сохраняется ли соотношение примесей в паре таким же, как в котловой воде, если примеси переходят в пар за счёт капельного уноса?

Ответы:

Не сохраняется

Соотношение примесей одинаково в паре и котловой воде

Соотношение примесей в паре увеличивается

Верный ответ: Соотношение примесей одинаково в паре и котловой воде

4. Что характеризует коэффициент распределения примесей между водой и паром?

Ответы:

Переход примесей в пар с каплями влаги

Переход примесей за счёт растворимости в паре

Переход примесей за счёт растворимости и капельного уноса

Верный ответ: Переход примесей за счёт растворимости в паре

5. Как влияет наличие в воде комплексобразователей на видимый коэффициент распределения слабых электролитов?

Ответы:

Уменьшает видимый коэффициент распределения

Увеличивает видимый коэффициент распределения

Не влияет

Верный ответ: Уменьшает видимый коэффициент распределения

6. Как изменяется соотношение примесей в паре и в котловой воде, если примеси переходят в пар за счёт растворимости?

Ответы:

соотношение примесей не изменяется: оно одинаково в паре и котловой воде

соотношение примесей в паре больше, чем в котловой воде

соотношение примесей меньше, чем в котловой воде

соотношение примесей в паре и котловой воде изменится в соответствии с их коэффициентами распределения между водой и паром

Верный ответ: соотношение примесей в паре и котловой воде изменится в соответствии с их коэффициентами распределения между водой и паром

**3. Компетенция/Индикатор:** ИД-5<sub>ПК-3</sub> Знает требования к качеству воды и методы поддержания водно-химического режима на объектах энергетики

### Вопросы, задания

1.1. Образование защитных плёнок на поверхности конструкционных материалов в паре.

2. Водно-химические режимы 2-го контура на 2-х контурных АЭС.

3. Задача.

Рассчитать количество  $\text{NH}_4\text{OH}$ , необходимое для создания  $\text{pH} = 9,0$  в присутствии  $\text{H}_2\text{CO}_3$  в концентрации  $100 \text{ мкг/кг.} = 1,8 \times 10^{-5}$

2.1. Изменение свойств водного теплоносителя в пароводяном тракте ТЭС.

2. Водно-химические режимы одноконтурных АЭС.

3. Задача.

Жесткость питательной воды  $2,5 \text{ мкг-экв/дм}^3$ , концентрация кальция в паре перед конденсатором  $1,5 \text{ мкг-экв/дм}^3$ . Расход питательной воды  $200 \text{ т/час}$ . Жесткость охлаждающей воды  $3,0 \text{ мг-экв/дм}^3$ .

Определить величину присоса охлаждающей воды

3.1. Обработка котловой воды фосфатами. Типы фосфатных водно-химических режимов.

2. Способы консервации паровых турбин.

3. Задача.

Котловая вода содержит следующие примеси:

$\text{SF}_6 = 100 \text{ мкг/дм}^3$ ;  $\text{CCl}_4 = 150 \text{ мкг/дм}^3$ .

Как изменится содержание примесей в паре, если влажность пара повысится с 0 до 0,005?

$K_p = 0,4$ ;  $K_p = 0,05$

4.1. Коэффициенты распределения примесей между кипящей водой и насыщенным паром.

2. Основные требования к качеству теплоносителя и конструкционным материалам на ТЭС с ПГУ

3. Задача.

Рассчитать видимый коэффициент распределения железа, если рН котловой воды снизится с 10 до 5,5?

$K_p = 0,4$ ; при  $pH = 5,5$

$a_{mol} = 0,5$ ;  $K_p = 0,06$ .

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Как влияет солесодержание котловой воды на капельный унос?

Ответы:

При увеличении солесодержания воды капельный унос уменьшается

Изменение солесодержания воды не влияет на капельный унос

При увеличении солесодержания капельный унос увеличивается

Верный ответ: При увеличении солесодержания капельный унос увеличивается

2. Что такое видимый коэффициент распределения примесей между водой и паром?

Ответы:

Отношение общих концентраций примесей в паре и воде

Отношение концентраций примесей, растворённых в паре и воде

Отношение концентраций примесей, растворённых в паре, к общей концентрации примесей в воде

Верный ответ: Отношение концентраций примесей, растворённых в паре и воде

3. Что такое молекулярный коэффициент распределения?

Ответы:

Отношение концентрации молекул в паре к концентрациям ионов в воде

Отношение концентраций молекул в паре к общей концентрации примесей в воде

Отношение концентраций молекул в паре к концентрации молекул примеси в воде

Верный ответ: Отношение концентраций молекул в паре к концентрации молекул примеси в воде

4. Какие факторы влияют на видимый коэффициент распределения слабых электролитов?

Ответы:

Только концентрация слабого электролита в воде

Давление (температура), рН, состав примесей в воде

Давление, температура, концентрация нерастворённых примесей

Верный ответ: Давление (температура), рН, состав примесей в воде

### II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня*

### ***III. Правила выставления итоговой оценки по курсу***

В соответствии с методикой БАРС

**Для курсового проекта/работы:**

**7 семестр**

**Форма проведения: Защита КП/КР**

### ***I. Процедура защиты КП/КР***

Защита оформленной курсовой работы предусматривает представление оформленной расчетно-пояснительной записки и ответ на вопросы комиссии из двух преподавателей.

### ***II. Описание шкалы оценивания***

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

### ***III. Правила выставления итоговой оценки по курсу***

В соответствии с методикой БАРС