

**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: Цифровизация в тепловой и возобновляемой энергетике

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

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

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Большакова Н.А.
	Идентификатор	Re6946266-BolshakovaNA-3b257d8

Н.А.
Большакова

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий
выпускающей кафедрой

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

Ю.В.
Шацких

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 работы водоподготовительного оборудования
- ИД-2 Владеет современными методами проведения химического анализа, методиками расчета расходов материалов и реагентов

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Водно-химические режимы на ТЭС с барабанными и прямоточными котлами и ТЭС с ПГУ (Тестирование)
2. Водно-химический режим АЭС. Спецводоочистка на АЭС (Тестирование)
3. Коррозия конструкционных материалов в пароводяном тракте ТЭС и АЭС. Образование защитных оксидных пленок на поверхности металла (Тестирование)
4. Поступление примесей в пароводяной тракт. Основные физико-химические процессы, протекающие в пароводяном тракте (Тестирование)
5. Промывка и консервация энергетического оборудования во время простоев (Тестирование)

БРС дисциплины

7 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	14
Тепловые схемы энергоблоков ТЭС и АЭС. Основные показатели качества водного теплоносителя ТЭС и АЭС					
Тепловые схемы ТЭС и АЭС и конструкционные материалы основного оборудования пароводяного тракта	+				
Виды теплоносителя на ТЭС и АЭС. Водные контуры ТЭС и АЭС	+				
Основные пути поступления примесей в конденсатно-питательный тракт ТЭС и АЭС	+				
Основные показатели качества водного теплоносителя ТЭС и АЭС	+				
Основные физико-химические процессы, протекающие в пароводяном тракте					
Изменение свойств воды с изменением температуры и давления	+				

Распределение примесей между кипящей водой и насыщенным паром. Растворимость примесей в перегретом паре	+				
Основные зоны образования отложений на поверхностях теплоэнергетического оборудования	+				
Образование отложений на теплопередающих поверхностях в котлах и в проточной части паровых турбин	+				
Коррозионные процессы в пароводяном тракте ТЭС и АЭС					
Основные положения и виды коррозионных повреждений теплоэнергетического оборудования		+			
Основы химической и электрохимической коррозии металлов		+			
Влияние внутренних и внешних факторов на протекание коррозионных процессов		+			
Образование защитных оксидных пленок на поверхности металла		+			
Водно-химические режимы энергоблоков ТЭС					
Водно-химические режимы на ТЭС с прямоточными котлами			+	+	
Водно-химические режимы на ТЭС с энергоблоками сверхкритических параметров			+	+	
Водно-химические режимы на ТЭС с барабанными котлами			+	+	
Водно-химические режимы на ТЭС с парогазовыми установками			+	+	
Удаление отложений с поверхностей оборудования пароводяного тракта					+
Консервация энергетического оборудования					+
Основные технологические схемы и водно-химические режимы парогенераторов АЭС					
Водно-химические режимы первого контура двухконтурных АЭС			+	+	
Водно-химические режимы второго контура двухконтурных АЭС			+	+	
Водно-химический режим одноконтурной АЭС			+	+	
Установки специальной очистки воды на АЭС			+	+	
Вес КМ:	20	20	20	20	20

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

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-2ПК-3 Владеет современными методами проведения химического анализа, методиками расчета расходов материалов и реагентов	Знать: основные методы снижения коррозионных процессов и образования отложений в пароводяном тракте ТЭС и АЭС основные физико-химические процессы, протекающие в пароводяном тракте ТЭС и АЭС основные показатели, характеризующие свойства воды и пара в пароводяном тракте ТЭС и АЭС и их изменение с изменением рабочих параметров основные способы коррекции качества водного теплоносителя энергоблоков ТЭС и АЭС основные способы обработки воды в контурах вспомогательного теплового оборудования	Поступление примесей в пароводяной тракт. Основные физико-химические процессы, протекающие в пароводяном тракте (Тестирование) Коррозия конструкционных материалов в пароводяном тракте ТЭС и АЭС. Образование защитных оксидных пленок на поверхности металла (Тестирование) Водно-химические режимы на ТЭС с барабанными и прямоточными котлами и ТЭС с ПГУ (Тестирование) Водно-химический режим АЭС. Спецводоочистка на АЭС (Тестирование) Промывка и консервация энергетического оборудования во время простоев (Тестирование)

		ТЭС и АЭС	
--	--	-----------	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Поступление примесей в пароводяной тракт. Основные физико-химические процессы, протекающие в пароводяном тракте

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 тест

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные показатели, характеризующие свойства воды и пара в пароводяном тракте ТЭС и АЭС и их изменение с изменением рабочих параметров	1. Что такое «загрязнение насыщенного пара за счёт механического уноса»? Растворение примесей в паре Поступление капель воды в пар Конденсация пара 2. Как влияет увеличение высоты парового пространства на влажность пара? Влажность пара увеличивается Влажность пара не изменяется Влажность пара снижается 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 4. 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
Знать: основные физико-химические процессы, протекающие в пароводяном тракте ТЭС и АЭС	1. 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 2. 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 3.Что такое ионный коэффициент распределения? Отношение концентраций ионов в паре к общей концентрации примесей в воде Отношение концентраций ионов в паре к концентрации растворённых примесей в воде Отношение концентраций ионов в паре к концентрации ионов в воде 4.Влияет ли pH на видимый коэффициент распределения слабых электролитов? Влияет Не влияет Объяснить на примере диссоциации $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 5.Как влияет наличие в воде комплексообразователей на видимый коэффициент распределения слабых электролитов? Уменьшает видимый коэффициент распределения Увеличивает видимый коэффициент распределения Не влияет 6.Какие факторы влияют на видимый коэффициент распределения сильных электролитов? Значение pH Концентрация примеси и наличие органических соединений Наличие в воде твёрдой фазы
--	---

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: 50

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

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

КМ-2. Коррозия конструкционных материалов в пароводяном тракте ТЭС и АЭС. Образование защитных оксидных пленок на поверхности металла

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 тест

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные методы снижения коррозионных процессов и образования отложений в пароводяном тракте ТЭС и АЭС	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 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 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 4.Что такое деполяризация? Восстановление ЭДС Уменьшение ЭДС Снижение скорости коррозии Уменьшение ионов-деполяризаторов у поверхности металла 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 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 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 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 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 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
--	--

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: 50

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

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

КМ-3. Водно-химические режимы на ТЭС с барабанными и прямоточными котлами и ТЭС с ПГУ

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 тест

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные способы коррекции качества водного теплоносителя энергоблоков ТЭС и АЭС	1. При каких условиях происходит образование отложений CaSO_4 в котлах? Произведение концентраций ионов Ca и SO_4 меньше ПР CaSO_4 Произведение концентраций ионов Ca и SO_4 больше ПР CaSO_4 Происходит при любых концентрациях Ca и SO_4 2. Влияет ли тепловой поток на образование отложений соединений кальция в котлах? Тепловой поток не влияет на образование отложений При увеличении теплового потока количество отложений возрастает При увеличении теплового потока количество отложений уменьшается 3. Как влияет фосфатирование котловой воды на образование отложений CaSO_4? При фосфатировании образуется прикипающий шлам Не влияет на образование отложений Образуется шлам в объеме воды, который выводится с продувкой 4. Можно ли использовать фосфатирование воды для регулирования рН котловой воды и снижения количества отложений? Фосфатирование используется только для снижения количества отложений CaSO_4 Можно использовать для регулирования рН котловой воды и снижения количества отложений Можно использовать для снижения любых отложений 5. Как влияет ли тепловой поток на образование отложений продуктов коррозии? С увеличением теплового потока интенсивность образования отложений увеличивается Увеличение теплового потока не влияет на интенсивность образования отложений Снижение теплового потока приводит к увеличению количества отложений 6. Может ли коррекция рН котловой воды изменить количество образующихся отложений продуктов коррозии железа? рН не влияет на количество отложений продуктов коррозии железа при увеличении рН количество отложений продуктов коррозии железа увеличивается при рН выше 12 количество отложений продуктов
--	--

	коррозии железа снижается 7.Можно ли использовать Трилон Б для снижения образования отложений продуктов коррозии железа в котлах? Трилон Б не влияет на образование отложений Трилон Б снижает количество отложений Трилон Б увеличивает коррозию и образование отложений 8.Образование каких отложений уменьшается при дозировании Трилона Б в котловую воду? Только солей жёсткости и кремниевой кислоты Только продуктов коррозии железа Солей жёсткости и продуктов коррозии железа и меди 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 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
--	--

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: 50

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

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-4. Водно-химический режим АЭС. Спецводоочистка на АЭС

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 тест

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные способы коррекции качества водного теплоносителя энергоблоков ТЭС и АЭС	1. Укажите место ввода воздуха в пароводяной тракт блока 250 МВт? Во всасывающий трубопровод КЭН первой ступени Во всасывающий трубопровод бустерных насосов В деаэратор 2. При каких условиях производят дозировку воздуха в питательный тракт блока котла? При содержании окислов железа в питательной воде выше 10 мкг/кг Постоянно 1 раз в неделю 3. Что такое коррекционная обработка питательной воды? Коррекционной обработкой питательной воды называют добавление в нее веществ, ослабляющих или устраняющих протекание процессов коррозии Коррекционной обработкой питательной воды называют добавление в нее веществ для умягчения воды 4. Какой водно-химический режим проводится на энергоблоках 250 МВт? На энергоблоках проводится нейтральный режим с периодической дозировкой воздуха в пароводяной тракт На энергоблоках проводится нейтральный режим с постоянной дозировкой воздуха в пароводяной тракт 5. Какой водный режим называют нейтрально-кислородным? Нейтрально-кислородным называют режим, при котором значение рН питательной воды равно $7,0 \pm 0,5$ Нейтрально-кислородным называют режим, при котором значение рН питательной воды равно $8,0 \pm 0,5$ 6. Какой водно-химический режим проводится на блоках с барабанными котлами? Гидразинно-аммиачный Нейтральный Гидразинный 7. Какой водно-химический режим проводится на блоках с прямоточными котлами? Нейтральный с периодической дозировкой воздуха Нейтральный с подщелачиванием аммиаком 8. Что такое нейтрально-окислительный водно-химический режим (НОВХ)? Водный режим, при котором поддерживается нейтральность воды в паровом тракте
--	--

	Водный режим, при котором поддерживается щелочность воды в пароводяном тракте
--	---

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: 50

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

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-5. Промывка и консервация энергетического оборудования во время простоев

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:

Выполнение теста

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные способы обработки воды в контурах вспомогательного теплового оборудования ТЭС и АЭС	1. Укажите нормы качества питательной воды прямоточных котлов по электропроводности, натрию и кремнекислоте. Электропроводность – не более 0,3 мкСм/см, Na – не более 5 мкг/кг, SiO₂ – не более 15 мкг/кг Электропроводность – не более 0,5 мкСм/см, Na – не более 10 мкг/кг, SiO₂ – не более 20 мкг/кг 2. Укажите нормируемую удельную электрическую проводимость добавочной воды блоков СКД с прямоточными котлами. 0,5 мкСм/см 0,3 мкСм/см 1,0 мкСм/см 3. Укажите значение pH питательной воды при нейтрально-кислородном режиме. 7.0 ± 0.5 9.1 ± 0.1 8.0 ± 0.5
---	---

	4. Укажите содержание железа в питательной воде котла энергоблока 250 МВт. 10 мкг/кг 5 мкг/кг 15 мкг/кг 5. Укажите нормируемое содержание фосфатов в котловой воде чистого отсека барабана котла. 2 мг/кг 1 мг/кг 5 мг/кг 6. Укажите величину непрерывной продувки котла при установившемся режиме работы котла. 0,5 – 1,0 % 2 – 3 % 7. По каким показателям нормируют качество обессоленной воды для подпитки барабанных котлов? По отдельным показателям не нормируется Нормируется по содержанию натрия и кремнекислоты 8. Укажите нормируемое содержание натрия в перегретом паре барабанного котла. Не более 5 мкг/кг Не более 10 мкг/кг 9. Укажите содержание кремниевой кислоты в насыщенном и перегретом паре барабанного котла. Не более 25 мкг/кг Не более 15 мкг/кг Не более 20 мкг/кг 10. Укажите нормируемое содержание кислорода в конденсате турбин блоков 60 МВт и 250 МВт. Не более 20 мкг/кг Не более 10 мкг/кг Не более 25 мкг/кг
--	---

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: 50

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

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

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 мкг/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 Na₂SO₄ на концентрацию кремниевой кислоты в паре? Ответ пояснить

Процедура проведения

Зачет по билетам

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-2ПК-3 Владеет современными методами проведения химического анализа, методиками расчета расходов материалов и реагентов

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 Ca²⁺ в воде, поступающей в теплообменник, где она нагревается до температуры 150 °С, равна 20 мг/дм³. В воде содержатся СО₃²⁻ в концентрации 3 мг/дм³ и SO₄²⁻ в концентрации 0,05 моль/дм³. Будет ли происходить образование твердой фазы? Если будет, то какое из соединений будет выпадать?

ПР CaSO₄ = $1,7 \cdot 10^{-7}$ ($t = 150$ °С);

ПР CaCO₃ = $8,4 \cdot 10^{-10}$ ($t = 150$ °С).

- 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 Na₃PO₄ в концентрации 6 мг/дм³. Какое количество Na₂HPO₄ необходимо добавить, чтобы создать такой же рН, что и при дозировании Na₃PO₄?
= $7,6 \times 10^{-3}$; = $6,2 \times 10^{-8}$; = $4,4 \times 10^{-13}$.

- 3.1. 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 NH₄OH, необходимое для создания рН = 9,0 в присутствии H₂CO₃ в концентрации 100 мкг/кг. = $1,8 \times 10^{-5}$

4.1. Изменение свойств водного теплоносителя в пароводяном тракте ТЭС.

2. Водно-химические режимы одноконтурных АЭС.

3. Задача.

Жесткость питательной воды 2,5 мкг-экв/дм³, концентрация кальция в паре перед конденсатором 1,5 мкг-экв/дм³. Расход питательной воды 200 т/час. Жесткость охлаждающей воды 3,0 мг-экв/дм³.

Определить величину присоса охлаждающей воды

5.1. 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 Н₂СО₃ с концентрацией 750 мкг/кг

К_I = 4,45×10⁻⁷,

К_{II} = 4,8×10⁻¹¹

6.1. Загрязнение насыщенного пара за счёт растворимости примесей.

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

3. Задача.

Определить рН раствора, содержащего NH₄ОН в концентрации 700 мкг/дм³. = 1,8×10⁻

5.1. Загрязнение насыщенного пара за счёт растворимости примесей.

7.1. 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 мкг/кг.

Определить видимый коэффициент распределения меди, если степень циркуляции воды в котле равна 40, а концентрация меди в паре составляет 3 мкг/дм³

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

2. Способы консервации паровых котлов.

3. Задача.

Котловая вода содержит следующие примеси:

СFe = 100 мкг/кг, ССl⁻ = 150 мкг/кг, CSiO₂ = 300 мкг/кг.

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

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

2. Способы консервации паровых турбин.

3. Задача.

Котловая вода содержит следующие примеси:

СFe = 100 мкг/дм³; ССl⁻ = 150 мкг/дм³.

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

К_p = 0,4; К_p = 0,05

10.1. 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?

К_p = 0,4; при рН = 5,5

амол = 0,5; К_p = 0,06.

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. 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

4. 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

5. 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

6. 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

7. 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

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

Ответы:

Только концентрация слабого электролита в воде

Давление (температура), pH, состав примесей в воде

Давление, температура, концентрация нерастворённых примесей

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

9. Как влияет наличие в воде комплексообразователей на видимый коэффициент распределения слабых электролитов?

Ответы:

Уменьшает видимый коэффициент распределения

Увеличивает видимый коэффициент распределения

Не влияет

Верный ответ: Уменьшает видимый коэффициент распределения

10. 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

11. 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

12. 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

13. 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

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

Ответы:

Температура

тепловой поток

концентрация примеси

Верный ответ: тепловой поток

15. 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

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

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: 70

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

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

В соответствии с методикой БАРС