

**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  
Водоподготовка**

**Москва  
2021**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	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)

## 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-3 Знает устройство и принцип работы оборудования водоподготовки и водоочистки на объектах энергетики

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Коагуляция; Коагуляция и известкование; Осветлительные фильтры (Тестирование)
2. Концентрации; Использование воды на ТЭС (Тестирование)
3. Основы ионного обмена; Оборудование ионного обмена; Технологии ионного обмена (Тестирование)
4. Примеси и показатели качества природных вод (Тестирование)

Форма реализации: Смешанная форма

1. Мембранные методы очистки воды; Удаление из воды растворенных газов; РГР "Расчет схемы подготовки добавочной воды для ТЭС", Защита Лабораторных работ (Тестирование)

## БРС дисциплины

5 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
	Срок КМ:	4	6	10	13	15
Введение. Использование воды на ТЭС. Типы природных вод. Технологические показатели качества воды						
Введение. Использование воды на ТЭС	+	+				
Технологические показатели качества воды	+	+				
Типы и характеристики природных вод	+	+				
Предварительная очистка воды						
Предварительная очистка воды			+	+		

Обессоливание					
Обработка воды методом ионного обмена			+	+	
Мембранные методы очистки воды			+	+	
Удаление из воды растворимых газов					
Удаление из воды растворимых газов					+
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-3ПК-3 Знает устройство и принцип работы оборудования водоподготовки и водоочистки на объектах энергетики	<p>Знать:</p> <p>основные показатели, характеризующие качество воды и их изменение по ступеням обработки при подготовке добавочной воды</p> <p>основные физико-химические процессы подготовки добавочной воды на ТЭС, технологии и виды оборудования, применяемые в водоподготовке в энергетике</p> <p>Уметь:</p> <p>принимать конкретные технологические решения при проектировании и эксплуатации установок подготовки добавочной воды на ТЭС</p>	<p>Концентрации; Использование воды на ТЭС (Тестирование)</p> <p>Примеси и показатели качества природных вод (Тестирование)</p> <p>Коагуляция; Коагуляция и известкование; Осветлительные фильтры (Тестирование)</p> <p>Основы ионного обмена; Оборудование ионного обмена; Технологии ионного обмена (Тестирование)</p> <p>Мембранные методы очистки воды; Удаление из воды растворенных газов; РГР "Расчет схемы подготовки добавочной воды для ТЭС", Защита Лабораторных работ (Тестирование)</p>

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

### КМ-1. Концентрации; Использование воды на ТЭС

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Тестирование выполняется на компьютере с использованием программного обеспечения "ТВТ Shell" и модуля "Проверка знаний по курсу "Водоподготовка". Время выполнения теста - 20 минут. При оценке используется система штрафных баллов - за каждую ошибку начисляется один штрафной балл. За ошибку принимается или выбор неправильного варианта ответа, или не выбор правильного варианта ответа, или ввод неправильной расчетной величины. За отказ от отдельного задания в тесте начисляется 4 штрафных балла. Оценка за контрольное мероприятие выставляется как среднее арифметическое по двум проведенным тестам: Тест 1 "Концентрации", Тест 2 "Использование воды на ТЭС"

#### Краткое содержание задания:

Проверка знаний, определений, умения проведения пересчета из одной концентрации в другую, приготовление раствора реагента заданной концентрации, общие основы выражения концентраций. Проверка знаний, определений, умения проведения расчета производительности ВПУ для ГРЭС для разного вида топлива, расчета производительности ВПУ для ТЭС. Расчет концентрации свободной углекислоты и солесодержания

#### Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: основные показатели, характеризующие качество воды и их изменение по ступеням обработки при подготовке добавочной воды</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Пересчет концентраций примесей в воде: в зависимости от процентной концентрации. Исходные данные: растворенное вещество, плотность водного раствора, кг/м<sup>3</sup>, процентная концентрация, %. Рассчитать и ввести значения концентрации примеси в других единицах: г/дм<sup>3</sup>, моль/дм<sup>3</sup>, н.</li><li>2. Объем бака-мерника V, м<sup>3</sup>. В баке-мернике растворяют вещество. Требуемая процентная концентрация w, %. Плотность водного раствора, кг/м<sup>3</sup>. Рассчитать и ввести значения объема воды (м<sup>3</sup>) и требуемой массы реагента (кг) для создания в баке-мернике раствора заданного объема и концентрации.</li><li>3. В емкость налита вода объемом V, мл. В емкости растворяют вещество. Требуемая молярная концентрация C, ммоль/мл. Плотность водного раствора, кг/дм<sup>3</sup>. Рассчитать и ввести значения требуемой массы реагента (мг) для создания в емкости раствора заданной концентрации и полученный объем раствора (мл).</li><li>4. Что такое нормальность раствора?</li><li>5. Что такое массовая доля?</li><li>6. В каких водах обычно выше жесткость:</li></ol>
--	---

	<p>поверхностных или подземных?</p> <p>7. По каким характеристикам различаются природные воды?</p> <p>8. Какие вещества относятся к органическим примесям природных вод?</p>
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если количество набранных баллов при выполнении теста составляет не менее 90% от максимального.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если количество набранных баллов при выполнении теста составляет не менее 75% от максимального.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если количество набранных баллов при выполнении теста составляет не менее 60% от максимального.

**КМ-2. Примеси и показатели качества природных вод**

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Тестирование выполняется на компьютере с использованием программного обеспечения "ТВТ Shell" и модуля "Проверка знаний по курсу "Водоподготовка". Время выполнения теста - 20 минут. При оценке используется система штрафных баллов - за каждую ошибку начисляется один штрафной балл. За ошибку принимается или выбор неправильного варианта ответа, или не выбор правильного варианта ответа, или ввод неправильной расчетной величины. За отказ от отдельного задания в тесте начисляется 4 штрафных балла.

**Краткое содержание задания:**

Проверка знаний, определений, умения расчета количества примесей и качества природных вод

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: основные показатели, характеризующие качество воды и их изменение по ступеням обработки при подготовке добавочной воды</p>	<p>1. Какой метод используется для определения щелочности воды?</p> <p>2. По расходу какого раствора определяется щелочность анализируемой воды при ее нейтрализации?</p> <p>1) кислота</p> <p>2) щелочь</p> <p>3) индикатор</p> <p>3. Какой расход кислоты отвечает суммарному содержанию щелочных соединений?</p>
--	---

	<p>1) от начала титрования щелочности и до изменения окраски метилоранжа (смешанного индикатора)</p> <p>3) от начала титрования щелочности и до изменения окраски фенолфталеина</p> <p>4) на титрование гидrolитически щелочных солей до изменения окраски индикатора</p> <p>4. Какими уравнениями может быть выражено титрование щелочных соединений натрия по смешанному индикатору или метилоранжу после титрования по фенолфталеину?</p> <p>1) <math>2\text{NaHCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{CO}_3</math></p> <p>2) <math>\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2</math></p> <p>3) <math>2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}</math></p> <p>4) <math>2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaHCO}_3</math></p> <p>5. Укажите индикаторы, используемые при определении щелочности воды.</p> <p>1) метиловый оранжевый. Фенолфталеин. Смешанный индикатор</p> <p>2) Кислотный хром темносиний. Метиловый оранжевый</p>
--	--

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если количество набранных баллов при выполнении теста составляет не менее 90% от максимального.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если количество набранных баллов при выполнении теста составляет не менее 75% от максимального.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если количество набранных баллов при выполнении теста составляет не менее 60% от максимального.

### **КМ-3. Коагуляция; Коагуляция и известкование; Осветлительные фильтры**

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Тестирование выполняется на компьютере с использованием программного обеспечения "ТВТ Shell" и модуля "Проверка знаний по курсу "Водоподготовка". Время выполнения теста - 20 минут. При оценке используется система штрафных баллов - за каждую ошибку начисляется один штрафной балл. За ошибку принимается или выбор неправильного варианта ответа, или не выбор правильного варианта ответа, или ввод неправильной расчетной величины. За отказ от отдельного задания в тесте начисляется 4 штрафных балла. Оценка за контрольное мероприятие выставляется как среднее арифметическое по трем проведенным тестам: Тест 4



"Коагуляция" , Тест 5 "Коагуляция и известкование", Тест 6 "Осветительные фильтры". При выставлении оценки за контрольные мероприятия учитывается факт выполнения лабораторных работ №1 и №2. Лабораторная работа выполняется на компьютере с использованием программного обеспечения "ТВТ Labs". Студент должен предоставить отчет о проведении лабораторной работы с обязательным указанием цели, задач, технологической схемы использованного оборудования с пояснением, основное содержание работы, включающее расчеты, индивидуальное задание, если предусмотрено преподавателем. Защита лабораторной работы проводится в устной форме по подготовленному отчету.

**Краткое содержание задания:**

1. Расчет процессов при очистке воды от коллоидных примесей
2. Физико-химические основы коагуляции

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: основные физико-химические процессы подготовки добавочной воды на ТЭС, технологии и виды оборудования, применяемые в водоподготовке в энергетике</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Укажите основные назначения процесса коагуляции?             <ol style="list-style-type: none"> <li>1) удаление коллоидных примесей</li> <li>2) снижение концентрации ионных примесей</li> <li>3) обеззараживание воды</li> <li>4) увеличение прозрачности воды</li> <li>5) снижение концентрации <math>Na^+</math></li> <li>6) снижение концентрации <math>Cl^-</math></li> <li>7) снижение концентрации грубодисперсных примесей</li> </ol> </li> <li>2. Концентрация каких примесей снижается в осветлителе при коагуляции?             <ol style="list-style-type: none"> <li>1) грубодисперсных</li> <li>2) органических</li> <li>3) солей общей жесткости</li> <li>4) кремнесодержащих</li> <li>5) гидрокарбонатов</li> <li>6) сульфатов</li> </ol> </li> <li>3. Как изменяется ООУ (ТОС) в процессе коагуляции?             <ol style="list-style-type: none"> <li>1) возрастает</li> <li>2) остается постоянной</li> <li>3) уменьшается</li> </ol> </li> <li>4. С какой целью производится дозирование флокулянтов?             <ol style="list-style-type: none"> <li>1) для интенсификации процесса снижения дзета-потенциала коллоидных частиц</li> <li>2) для интенсификации процесса начала слипания коллоидных частиц со сниженным дзета-потенциалом</li> <li>3) для интенсификации процесса роста скоагулировавших частиц</li> <li>4) для образования шлама из тяжелых и крупных частиц</li> </ol> </li> <li>5. Что происходит с гидроокисью алюминия при pH менее 5,5?             <ol style="list-style-type: none"> <li>1) диссоциирует с образованием <math>Al^{2+}</math> и <math>OH^-</math></li> <li>2) анионы <math>OH^-</math> образуют с ионами водорода молекулы воды</li> </ol> </li> </ol>
--	--

	<p>3) ведет себя как кислота  4) растворяется  5) диссоциирует с образование растворимых алюминатов <math>AlO_2^-</math>  6) гидролиз практически не идет</p> <p>6. Что происходит в процессе известкования и коагуляции воды в осветлителе?  1) умягчение  2) увеличение щелочности  3) снижение сухого остатка  4) удаление взвешенных веществ  5) удаление соединений кремния  6) увеличивается цветность воды  7) удаление соединений железа</p> <p>7. Для чего используется известковое молоко на ХВО?  1) для известкования сырой воды в осветлителях.  2) для нейтрализации сбросных кислых вод ХВО.  3) для нейтрализации обмывочных вод РВП.  4) для нейтрализации сбросных вод Na-катионитных фильтров.</p> <p>8. Как изменяется солесодержание воды при известковании?  1) уменьшается  2) не изменяется  3) увеличивается</p> <p>9. В какой бак направляются отмывочные воды после взрыхляющей промывки осветлительных фильтров?  1) коагулированной воды  2) шламовых вод  3) промывочной воды  4) осветленной воды</p>
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если количество набранных баллов при выполнении теста составляет не менее 90% от максимального.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если количество набранных баллов при выполнении теста составляет не менее 75% от максимального.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если количество набранных баллов при выполнении теста составляет не менее 60% от максимального.

## КМ-4. Основы ионного обмена; Оборудование ионного обмена; Технологии ионного обмена

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Тестирование выполняется на компьютере с использованием программного обеспечения "ТВТ Shell" и модуля "Проверка знаний по курсу "Водоподготовка". Время выполнения теста - 20 минут. При оценке используется система штрафных баллов - за каждую ошибку начисляется один штрафной балл. За ошибку принимается или выбор неправильного варианта ответа, или не выбор правильного варианта ответа, или ввод неправильной расчетной величины. За отказ от отдельного задания в тесте начисляется 4 штрафных балла. Оценка за контрольное мероприятие выставляется как среднее арифметическое по трем проведенным тестам: Тест 7 "Основы ионного обмена", Тест 8 "Оборудование ионного обмена" Тест 9 "Технологии ионного обмена". При выставлении оценки за контрольное мероприятие учитывается факт выполнения лабораторных работ №3, №4, №5, №6. Лабораторная работа выполняется на компьютере с использованием программного обеспечения "ТВТ Labs". Студент должен предоставить отчет о проведении лабораторной работы с обязательным указанием цели, задач, технологической схемы использованного оборудования с пояснением, основное содержание работы, включающее расчеты, индивидуальное задание, если предусмотрено преподавателем. Защита лабораторной работы проводится в устной форме по подготовленному отчету.

### Краткое содержание задания:

Проверка знаний, основных определений, проведение расчетов по теме "Основы ионного обмена"

### Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: основные физико-химические процессы подготовки добавочной воды на ТЭС, технологии и виды оборудования, применяемые в водоподготовке в энергетике</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. По заданному качеству осветленной воды (общая жесткость, карбонатная жесткость, общая щелочность, содержание углекислоты) и заданному значению щелочности в фильтрате Н-катионитного фильтра с "голодной" регенерацией определите общую жесткость и содержание углекислоты на выходе Н-катионитного фильтра.</li><li>2. Для удаления каких примесей предназначается ионный обмен?<ol style="list-style-type: none"><li>1) примеси в ионной форме</li><li>2) органические вещества</li><li>3) ГДП</li><li>4) коллоидные примеси</li></ol></li><li>3. Какие материалы называются катионитами?<ol style="list-style-type: none"><li>1) способные к ионному обмену положительно-заряженных ионов</li><li>2) способные к ионному обмену отрицательно-заряженных ионов</li></ol></li><li>4. Какие реагенты могут быть использованы для регенерации ОН-анионитного фильтра 1-й степени?<ol style="list-style-type: none"><li>1) NaOH</li><li>2) Ca(OH)<sub>2</sub></li><li>3) водный раствор CaO</li></ol></li></ol>
--	--

	<p>4) едкий кали  5) H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>  5. Из каких основных элементов состоит ионитные фильтры первой и второй ступени ВПУ?  1) корпус  2) верхнее распределительное устройство  3) нижнее распределительное устройство  4) среднее распределительное устройство  5) трубопроводы обвязки  6) запорная арматура  7) воздушник  8) пробоотборные устройства  9) расходомеры  10) манометры  11) фильтрующая загрузка</p> <p>6. Для чего предназначено верхнее распределительное устройство ионитных фильтров?  1) подвод обрабатываемой воды  2) подвод регенерационного раствора  3) сбор обрабатываемой воды  4) отвод взрыхляющей воды  5) подвод взрыхляющей воды  6) отвод регенерационного раствора  7) подвод сжатого воздуха</p> <p>7. Какой материал загружен в Н-катионитный фильтр 1-й ступени в схеме обессоливания?  1) АВ-17  2) А-847  3) АН-31  4) КУ-2-8</p> <p>8. Для чего в схеме обессоливания установлен ФСД?  1) удаление Na  2) удаление CO<sub>2</sub>  3) улавливание пророскочивших катионов и анионов  4) глубокое обескремнивание</p> <p>9. Какой материал загружен в ОН-анионитный фильтр 2-й ступени в схеме обессоливания?  1) АВ-17  2) А-847  3) АН-31  4) КУ-2-8</p>
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если количество набранных баллов при выполнении теста составляет не менее 90% от максимального.*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если количество набранных баллов при выполнении теста составляет не менее 75% от максимального.

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 60

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если количество набранных баллов при выполнении теста составляет не менее 60% от максимального.

**КМ-5. Мембранные методы очистки воды; Удаление из воды растворенных газов; РГР "Расчет схемы подготовки добавочной воды для ТЭС", Защита Лабораторных работ**

**Формы реализации:** Смешанная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** В контрольное мероприятие входит защита расчетного задания. Расчетное задание выполняется в форме домашнего задания, индивидуально по вариантам. Задаются параметры ТЭС : давление и температура острого пара, номинальная мощность энергоблока, количество энергоблоков. Место сооружения ТЭС (река). Требуется выполнить: 1.Расчет производительности водоподготовительной установки. 2.Расчет требуемого количества и определение типоразмеров оборудования предварительной очистки воды. 3.Расчет требуемого количества и определение типоразмеров ионообменного оборудования. 4.Определение объемов и состава сточных воды водоподготовительной установки. Минимальный объем расчетно-пояснительной записки – 15 стр. Также в контрольное мероприятие входит тестирование. Тестирование выполняется на компьютере с использованием программного обеспечения "ТВТ Shell" и модуля "Проверка знаний по курсу "Водоподготовка". Время выполнения теста - 20 минут. При оценке используется система штрафных баллов - за каждую ошибку начисляется один штрафной балл. За ошибку принимается или выбор неправильного варианта ответа, или не выбор правильного варианта ответа, или ввод неправильной расчетной величины. За отказ от отдельного задания в тесте начисляется 4 штрафных балла. В оценку за контрольное мероприятие входят результаты тестирований: Тест 10 "Мембранные методы очистки воды, Тест 11 "Удаление из воды растворенных газов". Также в контрольное мероприятие входит защита ранее выполненных лабораторных работ. Темы лабораторных работ 1. Предварительная обработка в осветлителе для коагуляции и известкования; 2. Эксплуатация однокамерного осветлительного фильтра; 3. Очистка воды в Na-катионитном фильтре; 4. Оптимизация работы H-катионитного фильтра; 5. Очистка воды в фильтре смешанного действия; 6. Оптимизация работы цепочки ионитных фильтров.

**Краткое содержание задания:**

Проверка знаний, основных определений, проведение расчетов по теме "Мембранные методы очистки воды"

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: принимать конкретные технологические решения при проектировании и эксплуатации установок подготовки добавочной воды на ТЭС	1. По заданному качеству осветленной воды (общая жесткость, карбонатная жесткость, общая щелочность, содержание углекислоты) и заданному значению щелочности в фильтрате H-катионитного фильтра с "голодной" регенерацией определите общую жесткость и содержание углекислоты на выходе H-катионитного фильтра.
---	---

	<p>2. Рассчитайте и введите удельный расход кислоты на регенерацию Н-катионитных фильтров, г/г-экв.</p> <p>3. Пояснить с использованием уравнения электронейтральности, почему при расчете ЕР для фильтров Н I ступени концентрация ионов <math>\text{Ca}^{2+}</math>, <math>\text{Mg}^{2+}</math> и <math>\text{Na}^{+}</math>, обменивающихся на ион водорода, подсчитывается на основе определения средней кислотности за фильтроцикл (КСР) и средней щелочности осветленной воды (ЩОВ)?</p> <p>4. По заданным исходным данным рассчитать продолжительность фильтроцикла осветлительного фильтра, ч.</p> <p>5. По заданным исходным данным рассчитать объем воды на собственные нужды осветлительного фильтра, м<sup>3</sup>.</p> <p>6. Приведите реакции, что происходит с гидроокисью алюминия при рН менее 5,5?</p> <p>7. Определить параметры известково-коагулированной воды при гидратном режиме известкования с долей <math>\text{Mg}(\text{OH})_2</math> в шламе 10%.</p>
--	--

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* расчетное задание считается выполненным на оценку «Отлично», если получен верный численный ответ для всех искомых величин, приведены все необходимые формулы и уравнения и указано их обоснование, приведены тексты всех написанных при решении расчетного задания программ; на защите расчетного задания обучающийся может грамотно объяснить физические принципы и методику решения подобных задач вообще и конкретный ход решения расчетного задания в частности

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* расчетное задание считается выполненным на оценку «Хорошо», если при общем абсолютно верном ходе выполнения расчетного задания были допущены незначительные недочеты: получены неверные значения искомых величин, лежащие, тем не менее, в разумном диапазоне, либо не указано обоснование используемых в расчете формул, приближений и допущений, либо допущены незначительные недочеты при программировании решения расчетного задания; на защите расчетного задания обучающийся может грамотно объяснить методику решения подобных задач и конкретный ход решения расчетного задания в частности

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* расчетное задание считается выполненным на оценку «Удовлетворительно», если все искомые параметры определены, причем существенная часть расчетного задания выполнена верно и для некоторых искомых величин получены верные численные значения; на защите расчетного задания обучающийся может грамотно объяснить ход решения расчетного задания

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

ФГБОУ «Национальный исследовательский университет «МЭИ» Кафедра Теоретических основ теплотехники им. М.П. Вукаловича Направление 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника Дисциплина «Водоподготовка»  ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1	Утверждаю   Зав. каф. ТОТ « » января 2021 г.
1. Технологические показатели качества воды. 2. Технология известкования воды.	Объем бака-мерника $V=1,5$ м <sup>3</sup> . В баке-мернике растворяют NaCl. Требуемая массовая концентрация $C=22,5$ г/дм <sup>3</sup> . Плотность водного раствора равна 1103 кг/м <sup>3</sup> . Рассчитать значения объема воды (м <sup>3</sup> ) и требуемой массы реагента (кг) для создания в баке-мернике раствора заданного объема и концентрации.

## Процедура проведения

Проводится в устной форме по билетам в виде подготовки и изложения развернутого ответа на вопросы билета. Время на подготовку - 45 минут.

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-3<sub>ПК-3</sub> Знает устройство и принцип работы оборудования водоподготовки и водоочистки на объектах энергетики

### Вопросы, задания

1. Параметры, влияющие на качество очистки воды методом коагуляции.
2. Параметры, влияющие на качество очистки воды методом известкования.
3. Технология удаления из воды растворенных газов в декарбонизаторе.
4. Технология очистки воды в фильтрах смешанного действия с выносной регенерацией.
5. Технология очистки воды методом Na-катионирования.
6. Механизм задержания примесей фильтрующим слоем в насыпном осветлительном фильтре.
7. Принципиальная схема установки по очистке воды методами коагуляции и известкования.
8. Принципиальная схема осветлителя.
9. Способы повышения экономической эффективности при эксплуатации схем очистки воды методом ионного обмена.
10. Выбор коагулянта при совместных процессах коагуляции и известкования воды.
11. Уравнения химических реакций, протекающих при известковании воды.
12. Изменение показателей качества воды при коагуляции.
13. Строение двойного электрического слоя коллоидной частицы.

14. Уравнения химических реакций, протекающих при очистке воды методом коагуляции.
15. Методика выбора оптимальных значений pH и дозы коагулянта при очистке воды методом коагуляции.
16. Принципиальная схема очистки воды методом последовательного H-Na-катионирования.
17. Рассчитать производительность ВПУ для подпитки основного цикла ТЭЦ и теплосети. Количество энергоблоков 4 шт., паропроизводительность котла одного блока равна 1490 т/ч. Тепловая мощность отборов одного блока составляет 350 Гкал/ч. Продувка котла - 1%. Все котлы - барабанные. Основное топливо – газ, резервное – мазут. Расход мазута на один энергоблок  $V_{\text{мазут}}=80$  т/ч.
18. В баке-мернике налито воды  $V = 20$  м<sup>3</sup>, где растворяют серную кислоту. Требуемая процентная концентрация  $w=1,5$  %. Плотность водного раствора составляет 1130 кг/м<sup>3</sup>. Рассчитать значения требуемой массы реагента (кг) для создания в баке-мернике раствора заданной концентрации и полученный объем раствора (м<sup>3</sup>).

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Что такое массовая доля?

Ответы:

- 1) отношение массы растворенного вещества к массе раствора 2) отношение массы растворенного вещества к массе растворителя 3) отношение массы растворителя к массе раствора 4) отношение массы растворителя к массе растворенного вещества

Верный ответ: 1

2. В каких единицах измеряется молярная концентрация эквивалентов? (Правильные варианты)

Ответы:

- ) ммоль/кг 2) мг/дм<sup>3</sup> 3) мг-эquiv/дм<sup>3</sup> 4) г/100 г 5) % 6) мг/л 7) ммоль экв/л 8) н 9) ммоль/л 10) ммоль/дм<sup>3</sup> 11) кг/кг

Верный ответ: 3,7,8

3. Что такое молярность?

Ответы:

- 1) количество молей растворенного вещества в единице объема раствора 2) масса растворенного вещества в единице объема раствора 3) количество молей растворенного вещества в единице массы раствора 4) масса растворенного вещества в единице массы раствора 5) количество молей растворителя в единице массы раствора 6) масса растворителя в единице массы раствора 7) количество молей растворенного вещества на единицу объема растворителя 8) количество молей растворенного вещества на единицу массы растворителя

Верный ответ: 1

4. В присутствии какого индикатора проводят титрование пробы, если в воде имеется гидратная или карбонатная щелочность?

Ответы:

- 1) фенолфталеин 2) метилоранж 3) феноловый красный 4) смешанный

Верный ответ: 1

5. Дайте определение жесткости воды

Ответы:

- 1) содержание катионов кальция и магния, выраженное в миллиграмм-эквивалентах в кубическом дециметре 2) содержание катионов, находящихся в воде, выраженное в миллиграмм-эквивалентах в кубическом дециметре 3) содержание в воде веществ, вступающих в реакцию с сильными кислотами 4) содержание в воде веществ, вступающих в реакцию с сильными основаниями



Верный ответ: 1

6. Как изменяется концентрация  $\text{CO}_2$  в воде при коагуляции?

Ответы:

1) увеличивается 2) незначительно увеличивается 3) остается неизменной 4) незначительно уменьшается 5) уменьшается

Верный ответ: 1

7. Какой фильтрующий материал используется на осветлительных фильтрах установки предварительной очистки воды?

Ответы:

1) дробленый антрацит 2) катионит 3) анионит

Верный ответ: 1

8. Какие материалы называются катионитами?

Ответы:

1) способные к ионному обмену положительно-заряженных ионов 2) способные к ионному обмену отрицательно-заряженных ионов

Верный ответ: 1

9. Для чего в схеме обессоливания установлен ФСД?

Ответы:

1) удаление  $\text{Na}$  2) удаление  $\text{CO}_2$  3) улавливание проскочивших катионов и анионов 4) глубокое обескремнивание

Верный ответ: 3,4

10. Операция взрыхления проводится, чтобы:

Ответы:

1) перемешать слой ионита 2) удалить из слоя ионита накопившиеся за время работы высокодисперсные загрязнения, разрушившиеся зерна ионита и их фрагменты, предотвратить каналобразование в слое, осуществить гидроклассификацию загрузки 3) посмотреть, имеются ли в фильтре загрязнения

Верный ответ: 2

11. Какие показатели контролируются при работе декарбонизатора обессоливающей установки

Ответы:

1) щелочность 2) жесткость 3) свободная углекислота 4) кислотность 5) стабильность 6) pH 7) прозрачность 8) удельная электропроводность 9) хлориды

Верный ответ: 3

12. В каких единицах выражается селективность мембран?

Ответы:

1) абс % 2) % 3) мкг/дм<sup>3</sup>

Верный ответ: 2

13. Укажите характеристики ионного обмена

Ответы:

1) эквивалентность 2) обратимость 3) селективность 4) однонаправленность

Верный ответ: 1,2,3

14. Какой реагент используют в качестве коагулянта при известковании воды в осветлителе?

Ответы:

1) сернокислое железо 2) сернокислый алюминий

Верный ответ: 1

15. Какими соединениями в основном обуславливается щелочность воды химводоочистки?

Ответы:

1) бикарбонаты 2) карбонаты 3) гидраты 4) оксалаты 5) фосфаты

Верный ответ: 1,2,3

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

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, который показал при ответе на вопросы билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, в основном правильно ответившему на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом непринципиальные ошибки.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, либо наметил правильный путь его выполнения, либо по указанию преподавателя решил другую задачу из того же раздела дисциплины.

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

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.