

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

Направление подготовки/специальность: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Технология воды и топлива в энергетике

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Мембранные технологии очистки воды**

**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-2 Способность участвовать в проектировании водоподготовительных и водоочистительных установок и систем с использованием серийного оборудования
- ИД-1 Выбирает современные технологии подготовки воды и топлива для использования в энергетических установках

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Защита задания

1. Защита лабораторно-практических работ (Перекрестный опрос)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Проектирование систем обратного осмоса с использованием программного комплекса ROSA (Dow Chemical) / Wafe (DuPont) (Домашнее задание)

Форма реализации: Письменная работа

1. Методика определения коллоидного индекса воды (Домашнее задание)
2. Нагрузочные характеристики насосов для мембранных установок. Гидродинамика (Домашнее задание)
3. Основные контрольно-измерительные приборы мембранных установок (Проверочная работа)
4. Основные термины и определения мембранной технологии (Контрольная работа)
5. Показатели качества воды. Способы выражения концентраций растворов (Тестирование)

Форма реализации: Проверка задания

1. Защита расчетного задания по программе ROSA (Dow Chemical) / Wafe (DuPont) (Перекрестный опрос)

БРС дисциплины

2 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %								
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8
	Срок КМ:	4	6	8	9	10	12	13	15
Введение в мембранные технологии									
Введение в мембранные технологии	+								
Типы и виды мембран для различных мембранных технологий									

Типы и виды мембран для различных мембранных технологий			+					
Физико-химические основы мембранных процессов								
Физико-химические основы мембранных процессов					+			
Мембранные элементы и аппараты								
Мембранные элементы и аппараты						+		
Микрофильтрация. Ультрафильтрация								
Микрофильтрация. Ультрафильтрация				+				
Системы обратного осмоса								
Системы обратного осмоса		+						
Электромембранные процессы. Мембранная дегазация								
Электромембранные процессы. Мембранная дегазация							+	
Установки мембранного разделения								
Установки мембранного разделения								+
Вес КМ:	10	10	10	15	10	10	15	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-2	ИД-1 _{ПК-2} Выбирает современные технологии подготовки воды и топлива использования энергетических установках	Знать: основные требования, предъявляемые к исходной воде, поступающей на разные ступени интегрированной мембранной установки основные принципы работы интегрированных мембранных систем водоподготовки и очистки сточных вод области применения традиционных и мембранных технологий очистки воды основные показатели, характеризующие качество воды и их изменение по ступеням обработки на установках водоподготовки и очистки сточных вод Уметь: вычислять долю отбора	Показатели качества воды. Способы выражения концентраций растворов (Тестирование) Основные термины и определения мембранной технологии (Контрольная работа) Основные контрольно-измерительные приборы мембранных установок (Проверочная работа) Проектирование систем обратного осмоса с использованием программного комплекса ROSA (Dow Chemical) / Wafe (DuPont) (Домашнее задание) Нагрузочные характеристики насосов для мембранных установок. Гидродинамика (Домашнее задание) Методика определения коллоидного индекса воды (Домашнее задание) Защита расчетного задания по программе ROSA (Dow Chemical) / Wafe (DuPont) (Перекрестный опрос) Защита лабораторно-практических работ (Перекрестный опрос)

		<p>фильтрата, выход фильтрата (recovery), удельную производительность обратноосмотической установки, фактор концентрирования рассчитывать технико- экономические показатели водоподготовительной установки (основанной на интегрированных мембранных технологиях) выбирать количество и тип мембран для систем водоподготовки, в зависимости от производительности, качества исходной воды, требуемого качества продукта рассчитать параметры обратноосмотической системы с применением программного обеспечения Rosa 9.1/Wafe</p>	
--	--	--	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Показатели качества воды. Способы выражения концентраций растворов

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Письменная работа в аудитории

Краткое содержание задания:

Ответы на вопросы теста

Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: основные показатели, характеризующие качество воды и их изменение по ступеням обработки на установках водоподготовки и очистки сточных вод</p>	<p>1. Назовите важнейшие показатели качества природных вод Ответ: Содержание взвешенных веществ (прозрачность); Солеосодержание (сухой остаток, общая минерализация); Концентрация водородных ионов – рН; Общая жесткость и ее составляющие; Окисляемость (содержание органических веществ); Общая щелочность и ее составляющие; Содержание коррозионно-активных газов (O₂ и CO₂); Содержание бактерий и микроорганизмов.</p> <p>2. По степени дисперсности примеси воды классифицируют на: А) грубодисперсные, коллоидные и истинно растворенные; Б) коллоидные, истинно растворенные и газовые; В) грубодисперстные, коллоидные, органические и истинно растворенные. Ответ: А)</p> <p>3. Перечислите в каких формах может находиться растворенная в воде угольная кислота? А) CO₂ Б) CO₂, CO₃²⁻ В) CO₂, CO₃²⁻, HCO₃⁻. Ответ: В)</p> <p>4. Назовите несколько основных степеней прозрачности природной воды А) Прозрачная, слабопрозрачная, непрозрачная Б) Прозрачная, (слабо) опалесцирующая, (слабо) мутная, сильно мутная В) Прозрачная, мутная, непрозрачная Ответ: Б)</p> <p>5. Что такое щелочность воды и ее единицы измерения? Ответ: Щелочностью воды называется выраженная в мг-экв/л суммарная концентрация содержащихся в воде анионов слабых кислот и гидроксильных ионов. В зависимости от типа анионов, обуславливающих</p>
--	--

щелочность, различается гидратная, карбонатная, силикатная, гуматная и фосфатная щелочность

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-2. Нагрузочные характеристики насосов для мембранных установок.

Гидродинамика

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Домашнее задание

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выдается в качестве домашнего задания, на следующей лекции производится проверка правильности выполнения

Краткое содержание задания:

Правильно ответить на вопросы задания, касающиеся гидродинамики (движения жидкости), нагрузочных характеристик насосов, используемых в установках мембранного разделения

Контрольные вопросы/задания:

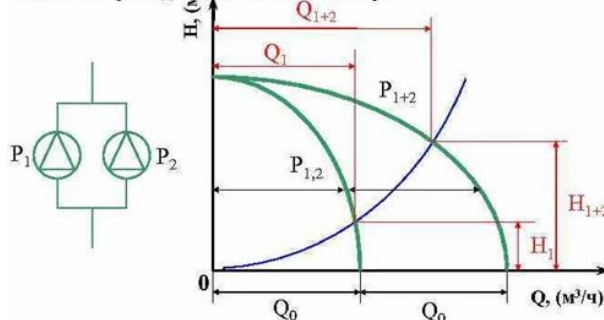
Уметь: выбирать количество и тип мембран для систем водоподготовки, в зависимости от производительности, качества исходной воды, требуемого качества продукта

1. Нарисуйте характеристику пары параллельно включённых центробежных насосов

Ответ:

Два одинаковых насоса при параллельном режиме работы

Правило совместной работы насосов:
для получения общей характеристики двух насосов следует сложить расходы каждого из двух насосов взятых при одном и том же напоре



2. В какой области характеристики насоса должна находиться рабочая точка для оптимальной работы насоса?

Ответ:



3. Назовите способы регулирования рабочей характеристики насоса

Ответ: Существует два основных **способа регулирования** подачи центробежных **насосов** — изменение **характеристики системы** (дресселирование задвижками на напорной или на всасывающей линиях, перепуск части жидкости из напорного трубопровода во всасывающий, выпуск воздуха во всасывающий патрубок **насоса**) и изменение частоты вращения **рабочего** колеса **насоса**

4. Назовите преимущества частотно-регулируемой насосной станции перед обычной насосной станцией

Ответ: Использование на насосных станциях преобразователей частоты, обеспечивает:

- экономию электроэнергии, обусловленную установлением зависимости работы электропривода от реальных объемов потребления;
- уменьшение расхода воды, вследствие предотвращения утечек, появляющихся при повышении в магистрали давления при незначительном реальном водопотреблении;
- снижение расходов на капитальный и плановый ремонт компонентов, составляющих инфраструктуру для подачи воды, по причине предотвращения аварий, возникающих при гидравлическом ударе, часто встречающемся при использовании нерегулируемых электроприводов;
- возможность увеличения напора

5. Как зависят расход Q , напор H и мощность P центробежного насоса от частоты вращения вала n ?

Ответ: Расход (подача) пропорционален частоте вращения рабочего колеса центробежного насоса:

$$Q \sim n$$

Напор (давление) пропорционален квадрату частоты вращения:

$$H \sim n^2$$

	Мощность, потребляемая насосом, пропорциональна кубу частоты вращения: $P \sim n^3$
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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

КМ-3. Основные термины и определения мембранной технологии

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: В аудитории, тестирование группы

Краткое содержание задания:

Вопросы на знание терминологии, применяющейся в сфере мембранных технологий и на умение рассчитать основные показатели обратноосмотических систем

Контрольные вопросы/задания:

Знать: области применения традиционных и мембранных технологий очистки воды	<p>1.Напишите формулу осмотического давления Ответ: $\pi = \Delta C \cdot R \cdot T \cdot i / M$</p> <p>2.Что такое концентрационная поляризация? Ответ: Концентрационной поляризацией называется формирование у поверхности мембраны тонкого пограничного слоя, в котором, вследствие преимущественного переноса через мембрану молекул воды, концентрация растворенного вещества оказывается больше, чем в исходном растворе.</p> <p>3.Каковы наиболее часто применяемые стандартные типоразмеры обратноосмотических мембран? Ответ: 1812, 2540, 4040, 8040</p> <p>4.Дальтон это: А) реагент для проведения химической очистки; Б) атомная единица массы; В) обладатель патента на производства мембранных элементов DOW; Г) прибор для измерения отсечки фильтрации. Ответ: Б)</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. Методика определения коллоидного индекса воды

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Домашнее задание

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

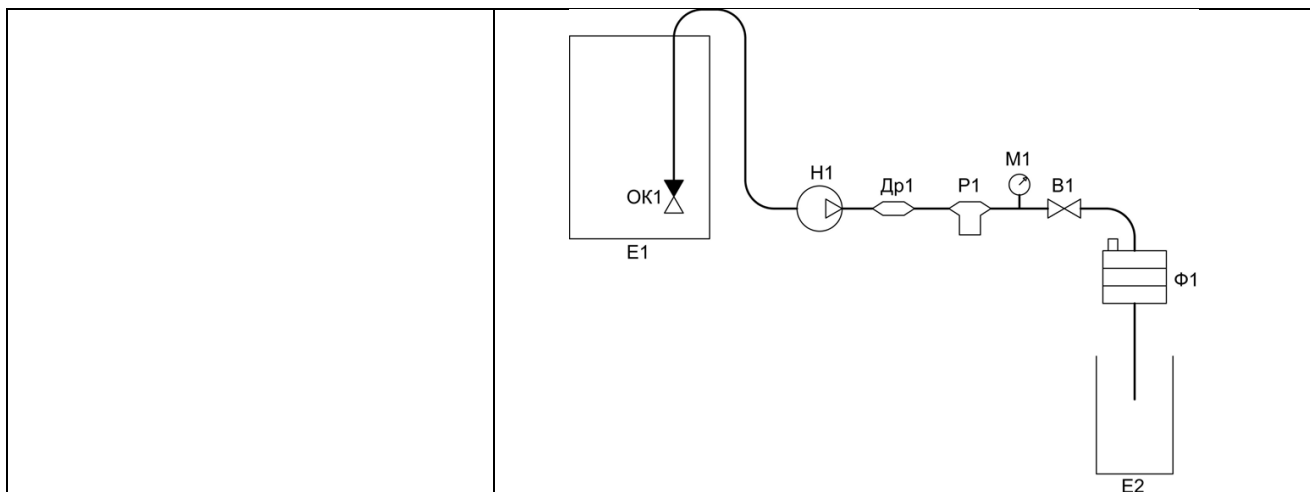
Процедура проведения контрольного мероприятия: Выдаются вопросы в качестве домашнего задания

Краткое содержание задания:

Ответить на вопросы по теме определения коллоидного индекса, как одного из основных характеристик для воды, поступающей на установку обратного осмоса

Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: основные требования, предъявляемые к исходной воде, поступающей на разные ступени интегрированной мембранной установки</p>	<p>1. Дайте определение коллоидного индекса Ответ: Коллоидный индекс — <i>KI</i> или <i>SDI</i> (Silt Density Index , индекс плотности осадка, иловый индекс) — это расчетный показатель, введенный стандартами ASTM как характеристика степени загрязнения воды механическими и коллоидными примесями и ее пригодности для подачи в обратноосмотическую установку. Вычисляется по результатам тестирования скорости засорения мембранного фильтра с рейтингом пор 0,45 мкм в строго определенных условиях</p> <p>2. Для определения коллоидного индекса воды используют фильтр с размером пор: А) 0,45 мкм Б) 0,5 мкм В) 5 мкм Ответ: А)</p> <p>3. Влияет ли температура воды на величину коллоидного индекса? Ответ: Да</p> <p>4. Нарисуйте схему установки для определения коллоидного индекса Ответ:</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-5. Основные контрольно-измерительные приборы мембранных установок

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Проверочная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Написание контрольной работы в аудитории

Краткое содержание задания:

Проверка знаний основных контрольно-измерительных приборов, применяющихся в мембранных установках водоподготовки

Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: основные принципы работы интегрированных мембранных систем водоподготовки и очистки сточных вод</p>	<p>1. Назовите основные типы запорно-регулирующей арматуры, применяемой в водоподготовке Ответ: Различают следующие виды запорной арматуры: • регулирующая – служит для регулировки потока жидкости или газа (краны, затворы, регулирующие клапаны); • запорная – служит для прекращения движения жидкости/газа в трубопроводе (заслонки, вентили задвижки, краны); • предохранительная – применяется для сброса избыточного объема</p>
---	--

	<p>вещества при превышении давления (мембранные предохранители, предохранительные, перепускные клапаны); • защитная – отключающая участок трубопровода при выходе параметров за допустимые пределы (обратные, отсечные клапаны, пневмозадвижки); • фазоразделительная – служит для разделения веществ в разных агрегатных состояниях (маслоотделители, вантузлы, конденсатоотводчики); • смесительно-распределительная – применяется для разделения или смешивания потоков жидкостей/газов (краны-смесители, клапаны); • контрольная – используется для определения наличия и уровня жидкостей (краны спускные, датчики уровня)</p> <p>2.Какие два основных вида электромагнитного клапана вы знаете?</p> <p>Ответ: В зависимости от состояния клапана до подачи на него напряжения, клапаны делятся на нормально закрытые клапаны, и нормально-открытые клапаны. Нормально-закрытые клапаны в нерабочем состоянии закрыты, а при подаче напряжения – открываются. Нормально-открытые клапаны открыты в рабочем состоянии, и закрываются при подаче напряжения</p> <p>3.Назовите основное преимущество мембранных клапанов</p> <p>Ответ: Основным достоинством таких клапанов является высокая герметичность подвижного соединения и коррозионная стойкость материалов, из которых изготавливаются мембраны, что позволяет обеспечить хорошую защиту внутренних поверхностей арматуры от воздействия рабочих сред, которые могут быть агрессивными</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-6. Проектирование систем обратного осмоса с использованием программного комплекса ROSA (Dow Chemical) / Wafe (DuPont)

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Домашнее задание

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: расчетное задание выполняется в форме домашнего задания. Спроектировать систему обратного осмоса с использованием программного комплекса ROSA 9.1 (Dow Chemical) / Wafe (DuPont). Исходные данные для задания: качество исходной воды и производительность установки обратного осмоса для расчета выбираются из представленной таблицы (по вариантам),

Краткое содержание задания:

Рассчитать в программе ROSA 9.1 (Dow Chemical) / Wafe (DuPont) обратноосмотическую установку с гидравлическим КПД 75% для следующих производительностей:

1) 50 м³/ч

2) 100 л/ч

Качество исходной воды выбрать из таблицы в соответствии с номером своего варианта

Источник	Место отбора пробы	Ca ²⁺ , мг/л	Mg ²⁺ , мг/л	Na ⁺ +K ⁺ , мг/л	НСО ₃ ⁻ , мг/л	SO ₄ ²⁻ , мг/л	Cl ⁻ , мг/л	NО ₃ ⁻ , мг/л	SiO ₃ ²⁻ , мг/л	Fe ₂ O ₃ +Al ₂ O ₃ , мг/л	ВВ (взвеш. в.), мг/кг	Ок-ст., кг/кг	Жо, мг-экв/л	Жк, мг-экв/л
Вар. 1 Амур	г.Хабаровск	13.4	2.5	0	42.7	4.2	3	0	9	6.8	35	2.8	0.87	0.7
Вар. 2 Ангара	г.Ангарск	16.5	4.3	4.3	67.6	7	2.2	0	0	0.7	17	2.6	1.18	1.11
Вар. 3 Волга	г.Ярославль	34.4	9.1	2.2	119	23.1	5.8	0	8.7	0.8	13	14.2	2.5	1.95
Вар. 4 Северная Двина	г.Архангельск	102	16.8	6.9	264	93.2	7.1	0	10.2	0	0	8.5	6.48	4.34
Вар. 5 Днепр	г.Запорожье	51.9	15	8.6	188	29.7	15.8	2.4	4	4.4	0	10.2	3.82	3.08
Вар. 6 Дон	г.Задонск	53.9	29.4	19.6	293.5	48.2	5	0	0	0	0	5.8	5.1	4.81
Вар. 7 Енисей	г.Красноярск	37	9.1	0	140	10.1	3.2	0	11.4	3.9	2.6	1	2.6	3.3
Вар. 8 Иртыш	г.Омск	28	17	36.1	165	31.7	34	3	5.7	0	172.4	14.8	2.8	2.7

ш														
Вар. 9 Кама	г.Березняки	90	8.5	240	134.4	50.4	440	0	9.7	0	155	11.8	5.2	2.2
Вар. 10 Лена		47.2	13.4	81.3	147.5	61.9	116.6	0	0	0	0	0	3.46	2.42
Вар. 11 Москва	г.Москва	60	15.8	0	201	13.5	25.5	0	10	0.4	0	8.3	4.3	3.3
Вар. 12 Нева	г.Ленинград	9	1.2	2.7	26.2	6.1	3.9	0	5.9	0.3	0	7.6	0.55	0.43
Вар. 13 Обь	г.Новосибирск	49.2	9.4	0.7	74	91.2	5.2	0.1	12.5	0.1	405	2.9	3.23	1.21

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: рассчитать параметры обратноосмотической системы с применением программного обеспечения Rosa 9.1/Wafe	<p>1.Какова типичная доля отбора установок обратного осмоса первой ступени? Ответ: 65%</p> <p>2.Каков гидравлический КПД установок обратного осмоса второй ступени? Ответ: 85-90%</p> <p>3.Каковы наиболее часто применяемые стандартные типоразмеры мембран? Ответ: 1812, 2521, 2540, 4040, 8040</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-7. Защита расчетного задания по программе ROSA (Dow Chemical) / Wafe (DuPont)

Формы реализации: Проверка задания

Тип контрольного мероприятия: Перекрестный опрос

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты исследуют принцип работы обратноосмотической установки с рулонными мембранными элементами. Изучают влияние

исходных параметров на качество фильтрата и производительность установки. Сравнительно оценивают данные полученные экспериментальным путем с данными, полученными теоретически при моделировании в компьютерной про-грамме Rosa (Dow Chemical). Присылают выполненные расчеты на проверку, по результатам которой проводится устное собеседование

Краткое содержание задания:

Выполнить:

Исследование принципа работы обратноосмотической установки с рулонными мембранными элементами. Изучить влияние исходных параметров на качество фильтрата и производительность Установки. Сравнительно оценить данные полученные экспериментальным путем с данными, полученными теоретически при моделировании в компьютерной программе Rosa (Dow Chemical).

1) По данным таблиц 1 и 2 рассчитать параметры работы Установки. Занести в таблицу 4.

Таблица 4. – Параметры работы Установки.

R,% S,% CF

Опыт 1 Опыт 2 Опыт 1 Опыт 2 Опыт 2

2) Используя данные таблицы 1 построить график зависимости Qп (рвх).

3) Используя данные таблицы 1 построить график зависимости æп (рвх).

4) Проанализировать полученные графики.

5) Провести сравнительный анализ данных, полученных экспериментально и при помощи теоретического моделирования

Контрольные вопросы/задания:

<p>Уметь: рассчитывать технико-экономические показатели водоподготовительной установки (основанной на интегрированных мембранных технологиях)</p>	<p>1.Для эффективного проведения химической дегазации на УОО значения рН воды корректируют до значения рН: А) 4,25 Б) 6,15 В) 8,35 Г) 10,00 Ответ: В)</p> <p>2.Типичная производительность одного мембранного элемента 4040 приблизительно составляет: А) 30 дм3/ч Б) 60 дм3/ч В) 200 дм3/ч Г) 1000 дм3/ч Ответ: В)</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-8. Защита лабораторно-практических работ

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Перекрестный опрос

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проверка расчетов и оформления лабораторно-практических работ «Исследование принципов работы обратноосмотической системы на экспериментально-обучающей установке» и «Расчетное моделирование и экспериментальное исследование работы обратноосмотической установки»

Краткое содержание задания:

В ходе практической работы

Выполнить:

Определение зависимости основных характеристик обратноосмотических мембран от рабочего давления на экспериментально-обучающей установке

II. Исходные данные для задания:

Лабораторно-практическая работа выполняется на водопроводной воде на обратноосмотической экспериментально-обучающей установке

III. Технология выполнения задания:

1. Включить установку в работу (открыты краны SV-1, B0, B1, дроссели BP1 и BP2 – полностью открыты, выключатель автомата защиты находится в положении ВКЛ)
2. Открыть кран B3 для измерения рабочего давления (на напоре насоса H1)
3. Измерить расход пермеата и концентрата, pH пермеата, электропроводности исходной воды, пермеата и концентрата, а также коэффициента конверсии, руководствуясь таблицами 2 и 3. Результаты измерений занести в таблицу
4. Используя дроссель BP1 уменьшать рабочее давление с шагом 0,05 МПа. При каждом изменении рабочего давления измерять расход пермеата и концентрата, pH пермеата, электропроводности исходной воды, пермеата и концентрата, а также коэффициента конверсии и внести полученные данные в таблицу
5. Отключить Установку (перевести автомат защиты в нижнее положение ВЫКЛ) и закрыть кран B0 и B1
6. Используя данные таблицы, построить графики зависимостей $Q_{\text{пер}} = f(P_{\text{Зраб}})$, $Q_{\text{кон}} = f(P_{\text{Зраб}})$, $pH_{\text{пер}} = f(P_{\text{Зраб}})$, и $Q_{E\text{пер}} = f(P_{\text{Зраб}})$, $Q_{E\text{кон}} = f(P_{\text{Зраб}})$ и $CR = f(P_{\text{Зраб}})$. Проанализировать полученные зависимости

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: вычислять долю отбора фильтрата, выход фильтрата (recovery), удельную производительность обратноосмотической установки, фактор концентрирования	1. Приведите основные формулы для вычисления: 1. доля отбора фильтрата 2. выход фильтрата (recovery) 3. удельная производительность 4. фактор концентрирования 5. Ответ:
--	---

я

$$r = Q_{п} / Q_{н}$$

$$R = \frac{Q_{п}}{Q_{н}} \cdot 100\% = r \cdot 100\%$$

$$J = Q_{п} / S_{м}$$

$$CF = C_{к} / C_{н}$$

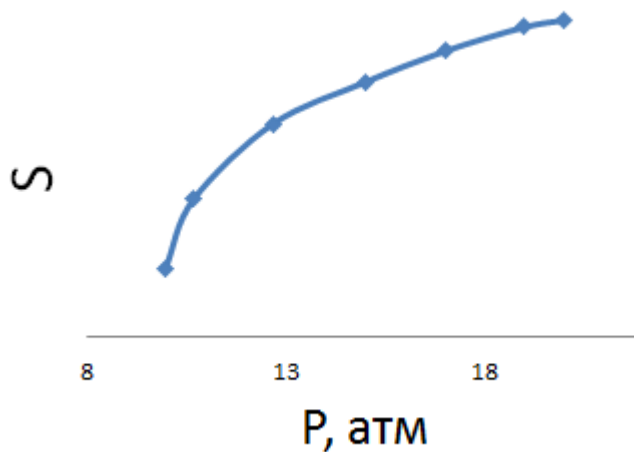
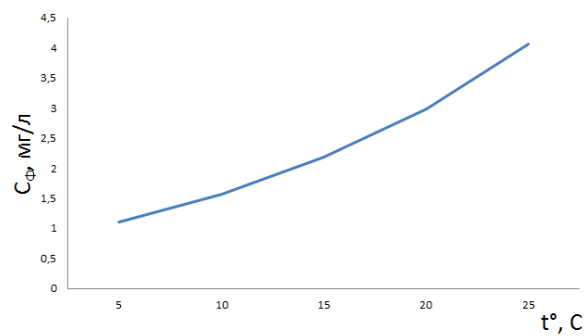
2. Нарисовать качественные графики следующих зависимостей для ОО мембран:

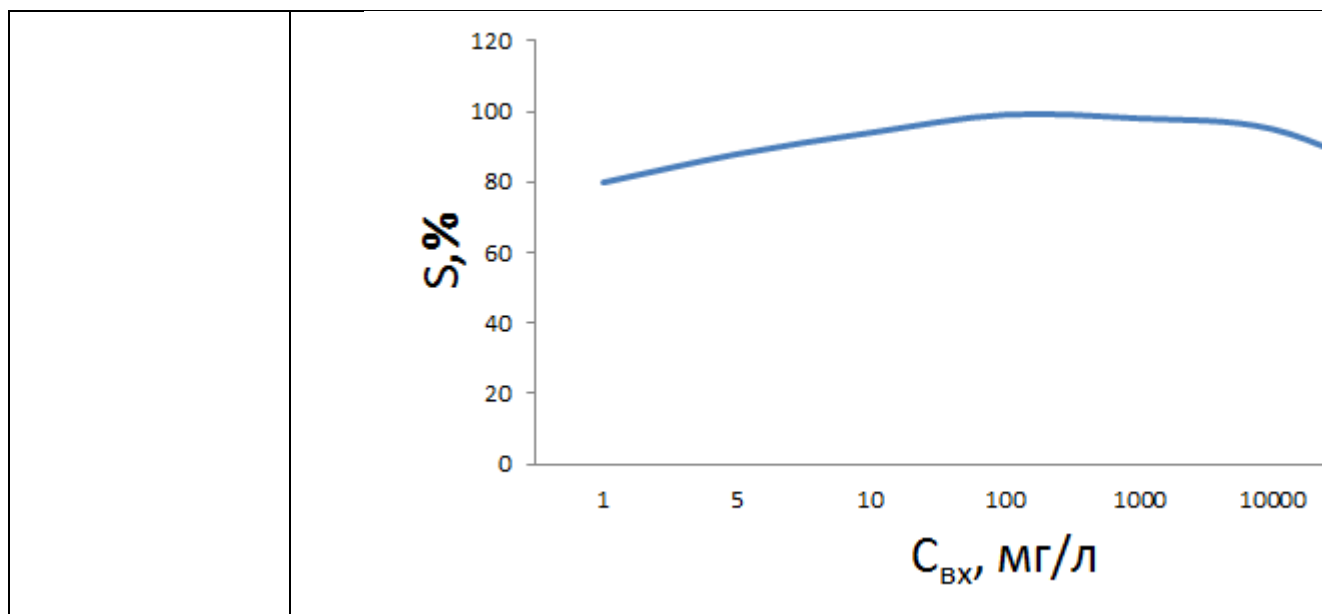
Селективность от давления

Селективность от температуры

Селективность от солесодержания (при малых концентрациях)

Ответ:





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

2 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

Билет № 5

1.	Понятие концентрационной поляризации в мембранных процессах.
2.	Ультрафильтрация. Ультрафильтрационные установки в промышленной водоподготовке.

Процедура проведения

Проводится в устной форме по билетам в виде подготовки и изложения развернутого ответа. Время на подготовку ответа – 60 минут.

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1ПК-2 Выбирает современные технологии подготовки воды и топлива для использования в энергетических установках

Вопросы, задания

1. Понятие концентрационной поляризации в мембранных процессах
Нарисуйте кривую зависимости расхода фильтрата от входного давления (схема без рециркуляции). Если мы продлим зависимость, пройдет ли она через 0?
2. Электродиализ. Электродеионизация. Принцип работы электродеионизации
Каково примерное значение удельной электропроводности воды с содержанием 100 мг/дм³?
3. Выбор типа мембран для обессоливания воды. Требования к качеству обрабатываемой воды для установок обратного осмоса
Каково типичное значение SDI15 обратноосмотического пермеата?
4. Типы обратноосмотических (ОО) и нанофильтрационных (НФ) мембранных элементов и их конструктивные особенности
С помощью чего мы продавливаем воду в установке измерения SDI?
5. Основы процесса обратноосмотического разделения. Основные характеристики обратного осмоса
Какой характерный размер частиц виден человеческим глазом?
6. Понятие коллоидного индекса (SDI). Методика измерения
Прикиньте точность измерений в лабораторно-практической работе №2
7. Напорная ультрафильтрация. Вакуумная ультрафильтрация
При увеличении Recovery растет степень очистки, почему?
8. Тупиковые одноразовые легкозаменяемые патроны (картриджи). Рулонные элементы – спирально навитые модули (spiral wound membrane modules)
Когда увеличивали Recovery, качество фильтрата ухудшалось или улучшалось и почему?
9. Требования к мембранам. Классификация мембран
Что такое Recovery?

10. Организация процесса мембранного разделения. Фронтальное или «тупиковое» фильтрование (dead-end filtration). Организация процесса мембранного разделения. Фильтрование из тангенциального потока (cross-flow filtration)
Если КПД установки 75%, то чему будет равен фактор концентрирования?
11. Основные виды технологий мембранного разделения в очистке воды
Что такое фактор концентрирования?
12. Примеси в природной воде. Поверхностные и подземные источники
Покажите на схеме лабораторной установки какие потоки, и в каких точках Вы измеряли?
13. Физико-химические показатели качества воды. Требования к качеству воды для промышленности и энергетики
Покажите где должен находиться насос на схеме лабораторной установки ?
14. Классификация баромембранных процессов. Микрофильтрация
Нарисовать схему химмойки обратноосмотической установки
15. Продольное концентрирование в установках обратного осмоса
Почему на нашей ОО установке для измерения осмотического давления нам может не хватить точности?

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Перечислите мембранные методы очистки воды по мере уменьшения «рейтинга фильтрации» (выберите правильный ответ):
 Ответы:
 А) ультрафильтрация, микрофильтрация, нанофильтрация, электродеионизация, обратный осмос
 Б) микрофильтрация, ультрафильтрация, нанофильтрация, обратный осмос, электродеионизация
 В) микрофильтрация, ультрафильтрация, обратный осмос, нанофильтрация, электродеионизация
 Верный ответ: Б) микрофильтрация, ультрафильтрация, нанофильтрация, обратный осмос, электродеионизация
2. Как называется мембранный метод для удаления газов из воды?
 Ответы:
 А) термическая декарбонизация
 Б) химическая декарбонизация
 В) вакуумная декарбонизация
 Г) мембранная дегазация
 Верный ответ: Г) мембранная дегазация
3. Какие электромембранные способы очистки воды Вы знаете?
 Ответы:
 А) обратный осмос, ультрафильтрация
 Б) нанофильтрация, электродеионизация
 В) электродиализ, электродеионизация
 Верный ответ: В) электродиализ, электродеионизация
4. Аналогом какого традиционного метода водоподготовки является обратный осмос?
 Ответы:
 А) Ионообменного обессоливания
 Б) Умягчения
 В) Механической фильтрации на засыпных фильтрах
 Верный ответ: А) Ионообменного обессоливания
5. Во время проведения измерений коллоидного индекса давление на мембранном фильтре должно:
 Ответы:
 А) быть постоянным
 Б) увеличиваться
 В) уменьшаться
 Верный ответ: А) быть постоянным
6. Назовите несколько основных степеней прозрачности природной воды
 Ответы:

А) Прозрачная, слабопрозрачная, непрозрачная Б) Прозрачная, (слабо)опалесцирующая, (слабо)мутная, сильно мутная В) Прозрачная, мутная, непрозрачная
Верный ответ: Б) Прозрачная, (слабо)опалесцирующая, (слабо)мутная, сильно мутная

7.Перечислите в каких формах может находиться растворенная в воде угольная кислота (выберите правильный ответ)?

Ответы:

А) CO_2 Б) CO_2 , CO_3^{2-} В) CO_2 , CO_3^{2-} , HCO_3^- .

Верный ответ: В) CO_2 , CO_3^{2-} , HCO_3^- .

8.Какие примеси удаляются при ультрафильтрации воды?

Ответы:

А) соли жесткости Б) взвешенные вещества и коллоидные частицы В) CO_2

Верный ответ: Б) взвешенные вещества и коллоидные частицы

9.Какие примеси из воды удаляются с помощью метода обратного осмоса?

Ответы:

А) растворенные соли А) соли жесткости Б) взвешенные вещества и коллоидные частицы

Верный ответ: А) растворенные соли

10.Для определения коллоидного индекса воды используют фильтр с размером пор

Ответы:

А) 0,45 мкм Б) 0,5 мкм В) 5 мкм

Верный ответ: А) 0,45 мкм

11.Стандартная длительность эксперимента по определению коллоидного индекса

Ответы:

А) 10 мин Б) 15 мин В) 1 час

Верный ответ: Б) 15 мин

12.Единицы измерения удельной электропроводности и удельного электросопротивления

Ответы:

А) Н/см, Н/см² Б) См/см (обычно мкСм/см), Ом•см (обычно МОм•см)

Верный ответ: Б) См/см (обычно мкСм/см), Ом•см (обычно МОм•см)

13.Допустимый диапазон рН при проведении химической очистки полиамидных обратноосмотических мембран составляет

Ответы:

А)-2...15 Б)1-13 В)3-10

Верный ответ: Б)1-13

14.Дальтон это

Ответы:

А)атомная единица массы Б)обладатель патента на производства мембранных элементов DOW В)прибор для измерения отсечки фильтрации

Верный ответ: А)атомная единица массы

II. 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

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 аттестационной составляющих.