

**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
Основы гидрокинематики и гидромеханические процессы разделения**

**Москва
2023**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Громов С.Л.
	Идентификатор	Rb7dd97ab-GromovSL-e5b96e3b

С.Л. Громов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Очков В.Ф.
	Идентификатор	Rd91184b2-OchkovVF-1531e2ff

В.Ф. Очков

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-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: Смешанная форма

1. Жидкие неоднородные системы и основные процессы разделения (Коллоквиум)
2. Осаждение. Его виды. Основные закономерности. Оборудование для реализации (Коллоквиум)
3. Псевдооживление и перемешивание. Основные закономерности. Оборудование для реализации (Коллоквиум)
4. Фильтрация. Его виды. Основные закономерности. Оборудование для реализации (Коллоквиум)

БРС дисциплины

1 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	16
Жидкие неоднородные системы и основные процессы разделения					
Жидкие неоднородные системы и основные процессы разделения		+	+	+	+
Осаждение. Его виды. Основные закономерности. Оборудование для реализации					
Осаждение. Его виды. Основные закономерности. Оборудование для реализации			+		
Фильтрация. Его виды. Основные закономерности. Оборудование для реализации					
Фильтрация. Его виды. Основные закономерности. Оборудование для реализации				+	
Псевдооживление и перемешивание. Основные закономерности. Оборудование для реализации					
Псевдооживление и перемешивание. Основные закономерности. Оборудование для реализации					+
Вес КМ:		10	40	40	10

\$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-1ПК-2 Выбирает современные технологии подготовки воды и топлива для использования в энергетических установках	Знать: механизмы осаждения основные процессы и виды оборудования применяемые для осаждения; подходы к лабораторному моделированию процессов осаждения базовые критерии для сравнения работоспособности и целесообразности возможных технических решений для задач осаждения в конкретных условиях эксплуатации области применения и назначение технологий и оборудования, для осаждения закономерности процесса псевдоожижения и перемешивания и подходы к их моделированию основные виды	Жидкие неоднородные системы и основные процессы разделения (Коллоквиум) Осаждение. Его виды. Основные закономерности. Оборудование для реализации (Коллоквиум) Фильтрация. Его виды. Основные закономерности. Оборудование для реализации (Коллоквиум) Псевдоожижение и перемешивание. Основные закономерности. Оборудование для реализации (Коллоквиум)

		оборудования применяемые для псевдоожижения механизмы фильтрования; основные процессы и виды оборудования применяемые для фильтрования; подходы к лабораторному моделированию процессов фильтрования; базовые критерии для сравнения работоспособности и целесообразности возможных технических решений для задач фильтрования в конкретных условиях эксплуатации области применения и назначение технологий и оборудования для фильтрования принципиальные подходы к обеспечению равномерности распределения потоков жидкости по поперечному сечению аппаратов основные определения и закономерности, относящиеся к гидромеханике основы	
--	--	--	--

		теории подобия и ее приложений для задач гидромеханического разделения основные методы контроля гранулометрического состава дисперсной фазы возможности и ограничения методов гидромеханического разделения Уметь: анализировать конструкции основного технологического оборудования для псевдоожижения и проводить выбор оптимального технического решения в зависимости от условий поставленной задачи анализировать конструкции основного технологического оборудования для фильтрования и проводить выбор оптимального технического решения в зависимости от условий поставленной задачи анализировать конструкции основного	
--	--	---	--

		технологического оборудования для осаждения и проводить выбор оптимального технического решения в зависимости от условий поставленной задачи ставить эксперименты для получения необходимых исходных данных для проектирования промышленного оборудования для конкретных условий эксплуатации и пользоваться числами гидродинамического подобия для оценочных решений задач масштабирования при переходе от лабораторных экспериментов к проектированию промышленного оборудования	
--	--	---	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Жидкие неоднородные системы и основные процессы разделения

Формы реализации: Смешанная форма

Тип контрольного мероприятия: Коллоквиум

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проводится в период аудиторных занятий. Продолжительность - до 10 мин. на одного студента. Выполняется индивидуально по вариантам заданий.

Краткое содержание задания:

Коллоквиум ориентирован на проверку знаний терминологии и базовых определений в области основ гидрокинетики, а также основополагающих процессов сепарации жидких неоднородных систем

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные определения и закономерности, относящиеся к гидромеханике основы теории подобия и ее приложений для задач гидромеханического разделения основные методы контроля гранулометрического состава дисперсной фазы возможности и ограничения методов гидромеханического разделения	1. Гидрокинетика – это(определение) 2. Внешняя задача гидрокинетики – это(определение) 3. Внутренняя задача гидрокинетики – это(определение) 4. Цель гидрокинетики -(определение) 5. Что такое дисперсная и дисперсионная среды? 6. Примеры и характеристики жидких неоднородных систем 7. Виды суспензий 8. Что такое инверсия фаз? 9. Чем характеризуются жидкие неоднородные системы? 10. Что такое фракционный состав дисперсной фазы? 11. Перечислить основные гидромеханические процессы. Какие из них относятся к процессам разделения? 12. Под действием каких сил может происходить осаждение? 13. Фильтрация – это (определение); что подразумевается под термином «фильтрация»? 14. Псевдоожижение – это(определение); чем достигается? 15. Условия равновесия гидромеханических процессов определяются равенством ...
Уметь: ставить эксперименты для получения необходимых исходных данных для проектирования промышленного оборудования для конкретных условий эксплуатации и пользоваться числами гидродинамического подобия	1. Экспериментальные методы получения необходимых исходных данных для проектирования промышленного оборудования для конкретных условий эксплуатации и применение чисел гидродинамического подобия для оценочных решений задач масштабирования при переходе от лабораторных экспериментов к проектированию промышленного оборудования

для оценочных решений задач масштабирования при переходе от лабораторных экспериментов к проектированию промышленного оборудования	
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: правильные ответы даны не менее чем на 85% вопросов задания

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: правильные ответы даны не менее чем на 75% вопросов задания

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: правильные ответы даны не менее чем на 50% вопросов задания

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: правильные ответы даны менее чем на 50% вопросов задания

КМ-2. Осаждение. Его виды. Основные закономерности. Оборудование для реализации

Формы реализации: Смешанная форма

Тип контрольного мероприятия: Коллоквиум

Вес контрольного мероприятия в БРС: 40

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проводится в период аудиторных занятий. Продолжительность - до 20 мин. на одного студента. Выполняется индивидуально по вариантам заданий.

Краткое содержание задания:

Коллоквиум ориентирован на проверку знаний терминологии, определений, закономерностей, базовых технологий и оборудования для реализации процессов осаждения твердой фазы в жидких средах, а также проверку умения выполнять основные технологические расчеты

Контрольные вопросы/задания:

Знать: механизмы осаждения основные процессы и виды оборудования применяемые для осаждения; подходы к лабораторному моделированию процессов осаждения базовые критерии для сравнения работоспособности и целесообразности возможных технических решений для задач осаждения в конкретных	1.Какие силы воздействуют на оседающую частицу? 2.Диф. уравнение осаждения частицы под действием силы тяжести 3.Число Рейнольдса и его физический смысл 4.Число Архимеда и его физический смысл 5.Число Фруда и его физический смысл 6.Уравнение подобия, описывающее процесс осаждения частиц. Для чего нужны уравнения и числа подобия? 7.Закон (ф-ла) Стокса. От какого показателя в наибольшей степени зависит скорость осаждения
--	---

условиях эксплуатации области применения и назначение технологий и оборудования, для осаждения	одиночной частицы сферической формы 8.Физический смысл коэффициента формы частицы 9.Можно ли применять уравнение Стокса для определения скорости осаждения хлопьев/флокул, образовавшихся в результате коагуляции/флокуляции? Почему? 10.Как моделировать процессы гравитационного осаждения после коагуляции/флокуляции? 11.Привести пример модели отстойника для имитации гравитационного осаждения после коагуляции/флокуляции 12.Какие параметры подлежат контролю в процессе экспериментального моделирования гравитационного осаждения. Что требуется установить в результате экспериментов? 13.Физический смысл показателя допустимой расчетной нагрузки на отстойник (почему он определяется, как м/час (день)? 14.Что подразумевается под «процентом удаления TSS»? 15.Что подразумевается под «фактором масштабного перехода»? 16.Дискретный и флокуляционный режимы осаждения. Что это? Условия возникновения 17.Свободное и стесненное осаждение 18.Как рассчитать производительность отстойника? 19.Тонкослойные отстойники: для чего применяются и основные конструктивные требования 20.Типы отстойников, их достоинства и недостатки 21.Основные принципы конструирования отстойников 22.Традиционные осветлители в энергетике; их достоинства и недостатки 23.Виды процессов осаждения под действием центробежной силы 24.Что такое циклонный процесс? 25.Что такое отстойное центрифугирование? 26.Что такое фактор разделения? Другое его название - Формула для его определения 27.Уравнение движения частицы под действием центробежной силы в вязкой среде (условие равновесия) 28.Диф. уравнение движения частицы под действием центробежной силы в вязкой среде 29.Простейшие конструкции циклонов. Факторы, влияющие на эффективность разделения в циклонном процессе 30.. Гидроциклоны: для чего применяются; в чем отличия от циклонов 31.В чем разница между отстойными и фильтрующими центрифугами 32.Можно ли удалять коллоиды методом
---	---

	центрифугирования? 33.. Как изменится концентрация высокодисперсных фракций в фугате, если их содержание в исходной суспензии возрастет: а) для отстойной центрифуги, б) для фильтрующей 34.Эксцентриситет масс и причины его вызывающие 35.Критическая скорость вращения (число оборотов) вала ротора/барабана и связанные с ней риски 36.Осаждение под действием электрического поля: электрофильтр или электроочиститель (-осадитель)?
Уметь: анализировать конструкции основного технологического оборудования для осаждения и проводить выбор оптимального технического решения в зависимости от условий поставленной задачи	1.Решение задачи на определение основных технологических параметров оборудования для осаждения твердой фазы по индивидуальному варианту
Уметь: ставить эксперименты для получения необходимых исходных данных для проектирования промышленного оборудования для конкретных условий эксплуатации и пользоваться числами гидродинамического подобия для оценочных решений задач масштабирования при переходе от лабораторных экспериментов к проектированию промышленного оборудования	1.Экспериментальные методы получения исходных данных для проектирования отстойников и осветлителей с использованием чисел гидродинамического подобия для масштабирования промышленного оборудования

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: правильные ответы даны не менее чем на 85% вопросов задания

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: правильные ответы даны не менее чем на 75% вопросов задания

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: правильные ответы даны не менее чем на 50% вопросов задания

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: правильные ответы даны менее чем на 50% вопросов задания

КМ-3. Фильтрация. Его виды. Основные закономерности. Оборудование для реализации

Формы реализации: Смешанная форма

Тип контрольного мероприятия: Коллоквиум

Вес контрольного мероприятия в БРС: 40

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проводится в период аудиторных занятий. Продолжительность - до 20 мин. на одного студента. Выполняется индивидуально по вариантам заданий.

Краткое содержание задания:

Коллоквиум ориентирован на проверку знаний терминологии, определений, закономерностей, базовых технологий и оборудования для реализации процессов фильтрации (разделения суспензий), а также проверку умения выполнять основные технологические расчеты

Контрольные вопросы/задания:

Знать: механизмы фильтрации; основные процессы и виды оборудования применяемые для фильтрации; подходы к лабораторному моделированию процессов фильтрации; базовые критерии для сравнения работоспособности и целесообразности возможных технических решений для задач фильтрации в конкретных условиях эксплуатации области применения и назначение технологий и оборудования для фильтрации принципиальные подходы к обеспечению равномерности распределения потоков жидкости по поперечному сечению аппаратов	1. Происхождение термина «фильтрация». - Определения терминов «фильтрация» и «фильтрация» по В.А.Жужикову 2. Суспензия – это(определение). Что получается в результате разделения суспензии? 3. Определение термина «фильтр». Что собой представляет фильтр в простейшем случае? 4. Движущая сила процессов фильтрации и фильтрации. Где формируется слой фильтровального осадка? 5. От чего и как зависит скорость фильтрации? 6. Силы, действующие на элементарный объем жидкости, в процессе фильтрации 7. Дифференциальное уравнение движения равномерного установившегося потока несжимаемой вязкой жидкости при фильтрации 8. Как изменится дифференциальное уравнение движения равномерного установившегося потока несжимаемой вязкой жидкости при фильтрации в невесомости? Как изменится дифференциальное уравнение движения равномерного установившегося потока несжимаемой жидкости при фильтрации, если жидкость не имеет вязкости? 9. Вид и физический смысл слагаемых в уравнении Навье-Стокса 10. Числа подобия, которые можно получить из дифференциального уравнения фильтрации и уравнений Навье-Стокса; физический смысл этих чисел подобия 11. Вид уравнения подобия для потока фильтруемой жидкости. Почему число Re является определяющим? 12. Объяснить понятия «эквивалентного диаметра канала» и «свободного сечения» в слое зернистого материала
---	--

	13. Уравнение движения ламинарного потока фильтруемой жидкости (формулы). От чего и как зависит скорость фильтрования? 14. Основное кинетическое уравнение фильтрования через слой зернистой загрузки и его физический смысл 15. Закон Дарси. В каких случаях справедлив? 16. Уравнение Хагена-Пуазейля. Что характеризует? Почему считается грубым допущением? 17. Уравнение Козени-Кармана. Что характеризует? 18. Позволяет ли уравнение Козени-Кармана учитывать сжимаемость осадка? 19. Перечислите основные механизмы фильтрования 20. Схема структуры капиллярно-пористого тела. Из-за чего могут возникать проблемы при фильтровании и промывке обратным током? 21. Особенности сжимаемых осадков. Какие осадки могут рассматриваться, как несжимаемые, а какие - наоборот? 22. Принципы классификации фильтров 23. Что такое нутч-фильтр? Схема нутч-фильтра с перемешивающим устройством. Принцип действия 24. Фильтр-прессы. Их виды. Отличия между горизонтальным и вертикальным камерными фильтр-прессами 25. Виды фильтров, активно используемых в отечественной энергетике для осветления воды 26. Сетчатые фильтры: назначение, принципиальные схемы, порядок работы, достоинства и недостатки 27. Дисковые фильтры: назначение, принципиальные схемы, порядок работы, достоинства и недостатки 28. Засыпные фильтры: назначение, принципиальные схемы, порядок работы, достоинства и недостатки 29. Засыпные фильтры: классификация; схемы конструкций; обозначение 30. Сравнение одно- и многокамерных засыпных фильтров 31. Сравнение одно- и многослойных фильтров 32. Фильтрующие загрузки для засыпных фильтров 33. Стадии работы засыпных фильтров 34. Намывные фильтры. Назначение и область применения. Схема устройства фильтрующей перегородки. Принцип действия 35. Абсорбция и адсорбция: отличия. Назначение адсорбционных фильтров. Свойства сорбентов, важные для очистки воды 36. Сорбенты, применяемые в водоподготовке. Конструкции аппаратов/компонентов для применения сорбентов. Засыпные фильтры. Типичная скорость фильтрования при сорбции 37. Какой вид оборудования является наиболее универсальным для фильтрования суспензий?
--	---

Уметь: анализировать конструкции основного технологического оборудования для фильтрации и проводить выбор оптимального технического решения в зависимости от условий поставленной задачи	1.Решение задачи на определение основных технологических параметров оборудования для фильтрации по индивидуальному варианту
Уметь: ставить эксперименты для получения необходимых исходных данных для проектирования промышленного оборудования для конкретных условий эксплуатации и пользоваться числами гидродинамического подобия для оценочных решений задач масштабирования при переходе от лабораторных экспериментов к проектированию промышленного оборудования	1.Экспериментальные методы получения исходных данных для проектирования фильтров с использованием чисел гидродинамического подобия для масштабирования промышленного оборудования

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: правильные ответы даны не менее чем на 85% вопросов задания

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: правильные ответы даны не менее чем на 75% вопросов задания

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: правильные ответы даны не менее чем на 50% вопросов задания

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: правильные ответы даны менее чем на 50% вопросов задания

КМ-4. Псевдооживление и перемешивание. Основные закономерности.

Оборудование для реализации

Формы реализации: Смешанная форма

Тип контрольного мероприятия: Коллоквиум

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проводится в период аудиторных занятий. Продолжительность - до 20 мин. на одного студента. Выполняется индивидуально по вариантам заданий.

Краткое содержание задания:

Коллоквиум ориентирован на проверку знаний терминологии, определений, закономерностей, базовых технологий и оборудования для реализации процессов псевдооживления и перемешивания, а также проверку умения выполнять оценочные технологические расчеты

Контрольные вопросы/задания:

Знать: закономерности процесса псевдооживления и перемешивания и подходы к их моделированию основные виды оборудования применяемые для псевдооживления	1.Под «псевдооживлением» подразумевается перевод дисперсного материала в такое состояние...(закончить фразу) 2.Состояние «псевдооживления» дисперсного материала достигается ...(закончить фразу) 3.Псевдооживление – это процессы ...(определение) 4.Назовите синонимы термина «псевдооживленный слой» 5.Являются ли понятия «псевдооживленный» и «виброкипящий» слой идентичными? 6.Свойства псевдооживленного слоя 7.Как будет вести себя в «виброкипящем» слое дисперсная фаза с плотностью меньшей, чем плотность дисперсионной среды? 8.В чем достоинства псевдооживленного слоя? 9.Каковы недостатки псевдооживленного слоя? 10.Как процессы псевдооживления используются в водоподготовке? 11.Какие состояния слоя дисперсных материалов могут наблюдаться при движении через него потока жидкости/газа? 12.Привести схемы, иллюстрирующие различные состояния слоя дисперсных материалов при псевдооживлении 13.В каком случае высока вероятность возникновения поршнеобразования при псевдооживлении дисперсных материалов? 14.В каком случае высока вероятность возникновения каналообразования при псевдооживлении дисперсных материалов? 15.В чем особенности функционирования «фонтанирующего» слоя? 16.Что подразумевается под термином «критическая скорость псевдооживления»? 17.Изобразить и объяснить характер теоретической кривой псевдооживления в координатах $w - \Delta p$ 18.В чем отличие хода кривой псевдооживления в координатах $w - \Delta p$ при снижении скорости потока сплошной среды от ее характера при увеличении скорости? Почему возникает это отличие? 19.Как выглядит кривая псевдооживления для полидисперсного материала? Почему? 20.Вид уравнения для определения «сопротивления слоя» Δp при псевдооживлении 21.Формула О.М.Тодеса для определения скорости псевдооживления для слоя монодисперсных
---	---

	сферических частиц (при начальной порозности слоя 0,4; $Re = f(Ar)$, $Ar = \dots$) 22.Применима ли формула О.М.Тодеса для определения скорости псевдоожижения для слоя монодисперсных сферических частиц при начальной порозности слоя 0,4 для других значений порозности и плотности твердой фазы? 23.Формула О.М.Тодеса для определения скорости витания; скорости псевдоожижения и витания для монодисперсных одиночных частиц 24.Схемы конструкций аппаратов с псевдоожиженным слоем 25.Что обозначает «число псевдоожижения»?
Уметь: анализировать конструкции основного технологического оборудования для псевдоожижения и проводить выбор оптимального технического решения в зависимости от условий поставленной задачи	1.Решение задачи с целью оценки основных технологических параметров процесса и оборудования для псевдоожижения по индивидуальному варианту
Уметь: ставить эксперименты для получения необходимых исходных данных для проектирования промышленного оборудования для конкретных условий эксплуатации и пользоваться числами гидродинамического подобия для оценочных решений задач масштабирования при переходе от лабораторных экспериментов к проектированию промышленного оборудования	1.Экспериментальные методы получения исходных данных для проектирования аппаратов, реализующих гетерофазные процессы в условиях взвешенного слоя, с использованием чисел гидродинамического подобия для масштабирования промышленного оборудования

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: правильные ответы даны не менее чем на 85% вопросов задания

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: правильные ответы даны не менее чем на 75% вопросов задания

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: правильные ответы даны не менее чем на 50% вопросов задания

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: правильные ответы даны менее чем на 50%
вопросов задания

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Вопрос

Методы анализа гранулометрии дисперсных сред. Классификация гидромеханических процессов: виды, назначение, типичные характеристики оборудования.

2. Вопрос

Осаждение: определение и терминология. Силы, вызывающие осаждение. Процессы осаждения. Дифференциальное уравнение процесса осаждения твердой частицы.

3. Задача

Определить скорость витания для монодисперсных сфер диаметром 500 мкм, если плотность сфер - 2400 кг/м³, плотность жидкой фазы 1000 кг/м³, кинематическая вязкость – $1,004 \cdot 10^{-6}$ м²/с

Процедура проведения

Подготовка письменных ответов в течение 1-го часа, собеседование по вопросам билета и задаче.

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

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

Вопросы, задания

1. Определение гидрокинетики и ее основных задач. Основная цель гидрокинетики. Классификация жидких неоднородных систем. Понятия дисперсной и дисперсионной сред.

2. Как измерить объемную концентрацию твердой фазы в суспензии? Какой тип центрифуги надо применить, чтобы получить минимальное значение остаточной влажности осадка?

3. В каком случае процент удаления TSS в отстойнике за время t на глубине 1 м после коагуляции/флокуляции выше: если концентрация взвешенных веществ на глубине 1 м составляет а) 20 мг/л или б) 80 мг/л, при условии, что начальная концентрация взвешенных веществ составляла 100 мг/л?

4. Основные задачи гидрокинетики. Зависимость скорости осаждения от размеров частицы. Понятие псевдооживленного слоя. Свойства псевдооживленного слоя. Достоинства и недостатки псевдооживления. Понятие критических скоростей псевдооживления.

5. Классификация фильтров. Конструкция динамического дискового фильтра. Типовые конструкции рукавных и патронных фильтров.

6. Отстойник обеспечивает 80% удаление TSS за 15 мин. на глубине 1 м после коагуляции/флокуляции. Какова допустимая расходная нагрузка отстойника в м³/ч для сохранения указанного значения (80%) удаления TSS?

7.Схемы конструкций циклонов НИОГАЗ. Батарейные циклоны. Гидроциклоны и их комбинации с ЧОМ. Центрифуги и сепараторы.

8.Типовые фильтры в отечественной энергетике. Их назначение, области применения, основные характеристики, конструктивные особенности, достоинства и недостатки. Задерживающая способность фильтровальных перегородок и загрузок. Сетчатые и дисковые фильтры.

9.Какой из отстойников А или Б может считаться более эффективным:

1) допустимая нагрузка составляет а) 5 м/ч и б) 10 м/ч;

2) процент удаления взвесей составляет а) 80 и б) 78.

Почему? Какие условия должны быть обеспечены для объективности сравнения?

10.Классификация отстойных центрифуг. Дисперсность удаляемой твердой фазы.

Критерии выбора центрифуг и факторы, влияющие на показатели их работы

11.Основные определения и терминология. Понятие псевдооживленного слоя.

Представление о «взвешенном», «кипящем», «виброкипящем» и

«вибропсевдооживленном» слоях. Свойства псевдооживленного слоя. Достоинства и недостатки псевдооживления. Области применения.

12.Определить объем фильтрата, который можно получить за 10 мин на фильтре площадью сечения 1м², состоящем из метрового слоя монодисперсных сфер диаметром 500 мкм сферических при перепаде давления 0,3 МПа, если порозность слоя 0,36, динамическая вязкость жидкости $1,004 \cdot 10^{-3}$ Па·с, длина пор в 1,2 раза больше высоты слоя.

13.Дисперсность твердой фазы, удаляемой центрифугами. Критерии выбора центрифуг и факторы, влияющие на показатели их работы. Понятие критического числа оборотов ротора. Прямая и обратная прецессии. Типовой рабочий цикл центрифуги периодического действия. Основные показатели качества осадка после центрифугирования.

14.Однокамерные и многокамерные засыпные фильтры. Виды загрузок.

Технологические операции. Стандартная номенклатура ФОВ. Распределительные устройства (НРУ и ВРУ) и распределительные элементы. Их функционал и конструктивные решения. Проблемы при эксплуатации многокамерных засыпных фильтров. Намывные фильтры. Виды загрузок. Технологические операции. Типовые конструкции

15.Определить процент удаления TSS в отстойнике за время t на глубине 1м после коагуляции/флокуляции, если начальная концентрация взвешенных веществ составляла 100 мг/л, а на глубине 1м - 20 мг/л.

16.Схемы конструкций отстойных центрифуг и их типы: ОГП, ОГН, ОГШ, ОМБ, ОМД, лабораторные центрифуги. Трубочатые центрифуги (супер- или ультрацентрифуги) и некоторые области их применения. Центробежные сепараторы: однокамерные, многокамерные, тарельчатые. Области применения сепараторов

17.Осаждение под действием электростатических сил. Эффективность. Самостоятельная и несамостоятельная ионизация. Схема организации процесса и типовые параметры электрического поля. Основные закономерности и дефицит средств моделирования. Типовые конструкции электрофильтров.

18.Можно ли определить режим, в котором будет осаждаться в воде шар диаметром 1 м, плотностью 2400 кг/м³ при кинематической вязкости воды $1,004 \cdot 10^{-6}$ м²/с?

19.Изменение состояния слоя дисперсной загрузки при воздействии восходящего потока жидкости (газа). Понятие критических скоростей псевдооживления. Изменение перепада давления в слое дисперсного материала при псевдооживлении. Влияние конструкции аппарата на режимы псевдооживления

20. Фильтры непрерывного действия на примере Dynasand и Vortisand. Адсорбционные фильтры. Общее представление о процессах сорбции: абсорбция, адсорбция и хемосорбция, ионный обмен. Назначение и области применения. Основные свойства сорбентов (актуальные для очистки воды). Типы адсорбционных фильтров. Технологические операции при эксплуатации ФСУ и АЗФ. Патронные элементы для адсорбции. Технология углевания.
21. Имеются две частицы из одного и того же материала, одинаковой формы. Характеристический размер одной из них в 2 раза больше, чем у другой. Какая из них будет осаждаться быстрее и во сколько раз?
22. Изменение перепада давления в слое дисперсного материала при псевдоожижении. Влияние конструкции аппарата на режимы псевдоожижения. Состояния равновесия при псевдоожижении. Число псевдоожижения. Фактор формы частиц и его влияние. Схемы конструкций аппаратов с псевдоожиженным слоем. Фонтанирующий слой. Секционированные аппараты для противоточного взаимодействия.
23. Жидкие неоднородные системы и гидромеханические процессы: определения, характеристики, виды (для процессов)
24. Осаждение под действием центробежной силы. Области применения и назначение. Циклонный процесс и осадительное (отстойное) центрифугирование. Дифференциальное уравнение движения частицы в поле действия центробежных сил. Центробежный фактор (фактор разделения). Модифицированное число Архимеда и время осаждения
25. Рассчитать скорость осаждения частицы сферической формы диаметром 100 мкм в жидкости в ламинарном режиме. Плотность частицы 2400 кг/м³; плотность жидкости 1000 кг/м³, динамическая вязкость – **$1,5 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$** .
26. Основные уравнения фильтрования (Дарси, Хагена-Пуазейля, Козени-Кармана): области применения, ограничения, что характеризуют)
27. Основные числа подобия, используемые в процессах гидромеханического разделения и их физический смысл; области применения и назначение
28. Имеется 2 аппарата, загруженных одинаковым материалом. В 1-ом - монодисперсного грансостава, во 2-ом – полидисперсного. Средний диаметр сферических частиц – 600 мкм в обоих случаях. В каком из аппаратов при минимальном значении скорости дисперсионной среды: а) начнется псевдоожижение; б) будет вынесен весь материал?
29. Методы анализа гранулометрии дисперсных сред. Классификация гидромеханических процессов: виды, назначение, типичные характеристики оборудования.
30. Осаждение: определение и терминология. Силы, вызывающие осаждение. Процессы осаждения. Дифференциальное уравнение процесса осаждения твердой частицы.
31. Определить скорость витания для монодисперсных сфер диаметром 500 мкм, если плотность сфер - 2400 кг/м³, плотность жидкой фазы 1000 кг/м³, кинематическая вязкость – **$1,004 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$**
32. Механизмы фильтрования; основные свойства фильтрующих перегородок и фильтровальных осадков.
33. Проблемы математического моделирования процессов осаждения после коагуляции/флокуляции. Возможности лабораторного тестирования и его ограничения. Экспериментальное моделирование осаждения после коагуляции/флокуляции с нанесением «процента удаления» взвесей на диаграмму «глубина от времени».
34. Определить скорость начала псевдоожижения для монодисперсных сфер диаметром 500 мкм, образующих слой с порозностью 0,4, если плотность сфер - 2400 кг/м³, плотность жидкой фазы 1000 кг/м³, кинематическая вязкость – **$1,004 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$**
35. Понятия допустимой расходной нагрузки отстойника и объемной концентрации твердой фазы. Условия перехода от дискретного режима осаждения к флокуляционному. Случаи зонирования осаждения. Условия перехода от «свободного» осаждения к «стесненному» в зависимости от значения объемной концентрации твердой фазы.

36. Числа подобия, которые можно получить из дифференциального уравнения фильтрации и уравнений Навье-Стокса
37. Определить гидравлическое сопротивление слоя загрузки с порозностью 0,36, высотой 1 м, если плотность твердой фазы 2400 кг/м³, а жидкой 1000 кг/м³.
38. Стесненное осаждение – шламообразование – шламоуплотнение. Особенности стесненного осаждения. Достоинства процессов осаждения. Основные требования к аппаратурному оформлению.
39. Основные определения и терминология. Движущая сила процесса фильтрации. Гидравлическое сопротивление при фильтрации. Виды фильтрации: «тупиковое», из тангенциального потока, вибрационное. Механизмы фильтрации: поверхностное (пленочное), объемное, с закупориванием пор, с формированием осадка вспомогательного вещества, с частичным разделением и сгущением суспензии
40. Диаметр ротора центрифуги – 1 м; скорость вращения - 2700 об/мин. Найти значение фактора разделения и определить время, необходимое для осаждения твердой частицы, если ее диаметр 0,1 мм, плотность - 2400 кг/м³. Плотность жидкой фазы суспензии принять равной 1000 кг/м³, вязкость – **1,004·10⁻³ Па·с**. Суспензия подается в центр ротора.
41. Принципиальные конструкции гравитационных отстойников. Интенсификация процессов отстаивания. Модули тонкослойного разделения.
42. Сжимаемые и несжимаемые осадки и перегородки. Капиллярная и капиллярно-пористая модели фильтровальных перегородок и осадков. Осадкообразование в капиллярно-пористых структурах. Регенерация капиллярно-пористых структур
43. Определить производительность фильтра (м³/ч) в режиме очистного фильтрации при перепаде давления 0,3 МПа. Толщина фильтрующей перегородки 0,01 м, а ее удельное сопротивление 2·10⁹ м⁻². Площадь поверхности фильтрации – 1 м², вязкость жидкости – **1,004·10⁻³ Па·с**.
44. Типы отстойников. Приоритеты в выборе типа конструкции отстойника. Принципы проектирования отстойников коридорного типа с горизонтальным течением.
45. Распределительные устройства для засыпных фильтров: виды, достоинства и недостатки, области применения
46. Определить значение гидравлического сопротивления несжимаемого слоя осадка, если сопротивление несжимаемой фильтрующей перегородки 1·10⁹ м⁻¹, вязкость жидкой фазы **1,004·10⁻³ Па·с**, перепад давления при фильтрации 0,3 МПа, удельная производительность фильтра 10 м³/м² ч.
47. Осветлители в отечественной энергетике: «медленные» и «вихревые реакторы», коридорного типа. Комбинированные осветлители «отечественной» разработки. Их достоинства и недостатки, проблемы при эксплуатации. Представление о «вихревых» реакторах. Осветлители «Actiflo» и его аналоги. Осветлители «Densadeg»
48. Основные принципы водоподготовки для питьевого водоснабжения

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Гидрокинетика – это (дать определение)

Ответы:

1) наука о перемешивании жидкостей 2) раздел гидродинамики, изучающий основы кинетических закономерностей процессов осаждения и фильтрации 3) раздел физики, изучающий процессы диффузии в жидкости

Верный ответ: Верный ответ: 2

2. Являются ли понятия «псевдооживленный» и «виброкипящий» слои идентичными?

Ответы:

1) идентичны во всех случаях 2) конечно, нет 3) в общем случае не являются, в частных случаях – могут быть идентичными

Верный ответ: Верный ответ: 3

3.Перечислить основные стадии работы насыпных фильтров.

Ответы:

1) фильтрование, взрыхление (регенерация), промывка 2) фильтрование, взрыхление (регенерация), перемешивание, промывка 3) фильтрование, взрыхление (регенерация), промывка, осушка

Верный ответ: Верный ответ: 1

4.От чего и как зависит скорость фильтрования?

Ответы:

1) скорость фильтрования прямопропорциональна движущей силе (разности давлений) и обратнопропорциональна гидравлическому сопротивлению, возникающему при движении потока жидкости через фильтровальную перегородку и слой фильтровального осадка 2) скорость фильтрования зависит от габаритов фильтра и толщины слоя осадка: чем они больше, тем выше скорость фильтрования 3) скорость фильтрования зависит габаритов фильтра и толщины слоя осадка: чем они больше, тем ниже скорость фильтрования

Верный ответ: Верный ответ: 1

5.Как методически правильно именовать устройство, в котором осаждение твердой фазы происходит под действием электрического поля: электрофильтр или электроочиститель (-осадитель)?

Ответы:

1) электрофильтр 2) электроочиститель (-осадитель) 3) оба варианта корректны

Верный ответ: Верный ответ: 2

6.Что представляет собой «циклонный процесс»?

Ответы:

1) циклонный процесс - это разделения жидких или газовых неоднородных систем путем выделения из жидкой или газовой фазы твердых или жидких взвешенных частиц посредством вращательного движения аппарата 2) циклонный процесс - это разделения жидких или газовых неоднородных систем путем выделения из жидкой или газовой фазы твердых или жидких взвешенных частиц посредством вращательного (спиралеобразного) движения потока дисперсионной среды в неподвижном аппарате 3) циклонный процесс - это разделения жидких или газовых неоднородных систем путем выделения из жидкой или газовой фазы твердых или жидких взвешенных частиц посредством импульсной подачи потока дисперсионной среды во вращающийся аппарат

Верный ответ: Верный ответ: 2

7.В чем разница между отстойными и фильтрующими центрифугами?

Ответы:

1) в фильтрующих центрифугах жидкая фаза фильтруется через слой осадка, образовавшегося в роторе (барабане), а в отстойных этого не происходит 2) в соотношении между объемом ротора и его длиной 3) в способах подачи суспензии и выгрузки образовавшегося осадка

Верный ответ: Верный ответ: 1

8.Что такое фактор разделения? Другое его название -(термин)

Ответы:

1) фактор разделения или центробежный фактор - это отношение диаметра ротора к его длине 2) фактор разделения или центробежный фактор показывает во сколько раз центробежная сила превосходит силу тяжести 3) фактор разделения или фактор сепарации показывает во сколько раз центробежная сила превосходит силу тяжести

Верный ответ: Верный ответ: 2

9.Какие условия должны выполняться при расчете производительность отстойника?

Ответы:

1) время пребывания элемента потока в аппарате должно быть равно или больше продолжительности осаждения частицы; 2) линейная скорость потока в аппарате должна быть значительно меньше скорости осаждения; 3) оба указанных выше условия

Верный ответ: Верный ответ: 3

10. В чем состоит привлекательность гравитационных методов осаждения?

Ответы:

1) минимальные энергозатраты и простота аппаратного оформления 2) надежность при эксплуатации 3) минимальные капитальные затраты

Верный ответ: Верный ответ: 1

11. Можно ли применять уравнение Стокса для определения скорости осаждения хлопьев/флокул, образовавшихся в результате коагуляции/флокуляции? Почему?

Ответы:

1) да, потому что уравнение Стокса корректно описывает процесс осаждения 2) нет, т.к. оседающие хлопья/флокулы непрерывно изменяют свои размеры и форму 3) нет, потому что уравнение Стокса неприменимо к процессам осаждения

Верный ответ: Верный ответ: 2

12. В чем достоинства псевдооживленного слоя?

Ответы:

1) Циркуляция твердой фазы в объеме аппарата; расширение слоя дисперсного материала и его измельчение за счет истирания; снижение гидравлического сопротивления слоя 2) Возможность перемещения дисперсных материалов по трубопроводам и превращения периодических процессов в непрерывные; преодоление термического или диффузионного сопротивления (особенно в газовой фазе) для увеличения скорости процессов обмена; выравнивание полей температур и устранение локальных перегревов (за счет интенсивного перемешивания!!!) 3) Снижение гидравлического сопротивления слоя; реализация процесса «идеального вытеснения»; возможность перемещения дисперсных материалов по трубопроводам

Верный ответ: Верный ответ: 2

13. Число Рейнольдса и его физический смысл

Ответы:

1) $Re = wdp/m = wd/n$, где w - относительная скорость движущейся жидкости, d - характеристический размер частицы дисперсной фазы (диаметр для сферы), ρ - плотность частицы, m - динамическая вязкость жидкости, n - кинематическая вязкость жидкости; соотношение сил тяжести и вязкости. 2) $Re = 6 \cdot 10^3$, характеризует гидродинамическое подобие при обтекании частицы жидкостью, представляет собой соотношение инерционных сил и сил трения. 3) $Re = wdp/m = wd/n$, где w - относительная скорость движущейся жидкости, d - характеристический размер частицы дисперсной фазы (диаметр для сферы), ρ - плотность частицы, m - динамическая вязкость жидкости, n - кинематическая вязкость жидкости; характеризует гидродинамическое подобие при обтекании частицы жидкостью, представляет собой соотношение инерционных сил и сил трения.

Верный ответ: Верный ответ: 3

14. Псевдооживление – это (дать определение); чем достигается?

Ответы:

1) состояние слоя дисперсной загрузки, достигаемое при его взрыхлении потоком жидкости или газа 2) это способ очистки слоя зернистого материала от накопленных в процессе эксплуатации загрязнений и фрагментов разрушенных зерен за счет подачи восходящего потока жидкости или газа 3) это процессы взаимодействия жидкости (газа) с дисперсными материалами, в результате которых твердые частицы приобретают подвижность друг относительно друга за счет обмена энергией с потоком дисперсионной среды, и переходят в такое состояние, при котором его (материала) свойства по многим показателям приближаются к свойствам жидкости; достигается посредством

пропускания через слой свободно лежащего твердого дисперсного материала восходящего потока жидкости или газа

Верный ответ: Верный ответ: 3

15. Суспензия – это Что получается в результате разделения суспензии?

Ответы:

1) суспензия – это система, состоящая из газа и взвешенных в нем твердых частиц (грубодисперсные > 100 мкм; тонко-/высокодисперсные $\sim 0,1-100$ мкм; коллоидные $< 0,1$ мкм). В результате разделения суспензии получают очищенный газ и сухой осадок. 2) суспензия – это система, состоящая из двух несмешивающихся жидкостей и распределенных в них пузырьков газа. В результате разделения суспензии получают очищенные жидкости и газ. 3) суспензия – это система, состоящая из жидкости и взвешенных в ней твердых частиц (грубодисперсные > 100 мкм; тонко-/высокодисперсные $\sim 0,1-100$ мкм; коллоидные $< 0,1$ мкм). В результате разделения суспензии получают фильтрат (фугат) и влажный осадок.

Верный ответ: Верный ответ: 3

16. Как можно представить любой фильтр в простейшем случае?

Ответы:

1) в простейшем случае фильтр – это диск фильтровальной бумаги 2) в простейшем случае фильтр – это кусок войлока 3) в простейшем случае фильтр представляет собой сосуд, разделенный на две части пористой фильтровальной перегородкой

Верный ответ: Верный ответ: 3

17. Что является движущей силой в процессах фильтрования? Как она может создаваться?

Ответы:

1) напор, создаваемый насосом 2) движущей силой процессов фильтрования и фильтрации является разность давлений, создаваемая по обеим сторонам фильтровальной перегородки, которая может обеспечиваться, в том числе, и центробежными силами 3) вакуум, создаваемый насосом

Верный ответ: Верный ответ: 2

18. Фильтрование – это (дать определение); что подразумевается под термином «фильтрация»?

Ответы:

1) фильтрование – это процесс РАЗДЕЛЕНИЯ неоднородных систем (сред) при помощи пористых перегородок, которые задерживают одни фазы, а другие – пропускают. фильтрация – это процесс ДВИЖЕНИЯ сплошной среды через пористую структуру. 2) фильтрование – это тоже самое, что и фильтрация 3) фильтрование – это одна из стадий подготовки образцов для проведения химических анализов; фильтрация – это технологический процесс в промышленности.

Верный ответ: Верный ответ: 1

19. Под действием каких сил может происходить осаждение?

Ответы:

1) электростатических и ван-дер-ваальсовых сил 2) силы тяжести, центробежной силы, сил электрического поля 3) сил всемирного тяготения и Кориолиса

Верный ответ: Верный ответ: 2

20. Перечислить методы определения дисперсного (гранулометрического) состава

Ответы:

1) гидроклассификация, пневмоклассификация 2) микроскопический анализ, рассев (ситовой анализ) "сухой" и "мокрый", фотометрия, кондуктометрия 3) взвешивание, титрование, спектрометрия

Верный ответ: Верный ответ: 2

21. Что такое дисперсная и дисперсионная среды?

Ответы:

1) дисперсная (внутренняя), находящаяся в раздробленном состоянии, а дисперсионная (внешняя) представляет собой сплошную среду 2) дисперсионная (внутренняя), находящаяся в раздробленном состоянии, а дисперсная (внешняя) представляет собой сплошную среду 3) дисперсная – твердая фаза, дисперсионная – газообразная

Верный ответ: Верный ответ: 1

22. Внутренняя задача гидрокинетики – это(дать определение)

Ответы:

1) в гидрокинетике нет «внутренних» задач 2) изучение диффузии внутри влажных структур *3) изучение течения жидкости по каналам

Верный ответ: Верный ответ: 3

23. Внешняя задача гидрокинетики – это ... (дать определение)

Ответы:

1) изучение обтекания падающего в жидкой среде тела 2) изучение диффузии в пограничном слое 3) в гидрокинетике нет «внешних» задач

Верный ответ: Верный ответ: 1

24. Какие силы воздействуют на частицу, оседающую в поле действия центробежных сил?

Ответы:

1) Силы тяжести, подъемная (архимедова сила), трения, центробежная 2) Силы всемирного тяготения и Кориолиса 3) Электростатические и ван-дер-ваальсовы силы

Верный ответ: Верный ответ: 1

25. Каковы недостатки псевдооживленного слоя?

Ответы:

1) уменьшение движущей силы процесса; возможность проскока значительных количеств дисперсионной среды без достаточного контакта с дисперсной снижает «выход готового продукта»; абразивный износ дисперсной среды и аппаратуры, статическое электричество и проблемы с улавливанием твердой фазы (для газов). 2) циркуляция твердой фазы в объеме аппарата; расширению слоя дисперсного материала и его измельчение за счет истирания; снижение гидравлического сопротивления слоя; реализация процесса «идеального вытеснения» 3) снижение гидравлического сопротивления слоя; реализация процесса «идеального вытеснения»; возможность перемещения дисперсных материалов по трубопроводам

Верный ответ: Верный ответ: 1

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: не менее 80% правильных ответов

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: не менее 70% правильных ответов

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: не менее 50%

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: менее 50% правильных ответов

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

в соответствии с требованиями текущей версии БАРС