

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Баламирзоев Назим Лиодинович
Должность: И.о. ректора
Дата подписания: 22.08.2023 06:19:45
Уникальный программный ключ:
2a04bb882d7edb7f479cb266eb4aaaaedebee849

Приложение А

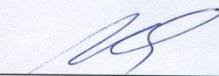
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии»

Уровень образования	Бакалавриат <small>(бакалавриат/магистратура/специалитет)</small>
Направление подготовки бакалавриата/магистратуры/специальность	18.03.01 Химическая технология <small>(код, наименование направления подготовки/специальности)</small>
Профиль направления подготовки/специализация	Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов <small>(наименование)</small>

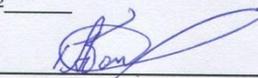
Разработчик


подпись

Султанов Ю.М., д.х.н., доцент
(ФИО уч. степень, уч. звание)

Фонд оценочных средств обсужден на заседании кафедры химии
«20» 09 2021 г., протокол № _____

Зав. кафедрой


подпись

Абакаров Г.М., д.х.н., профессор
(ФИО уч. степень, уч. звание)

г. Махачкала 2021

СОДЕРЖАНИЕ

1. Область применения, цели и задачи фонда оценочных средств
2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины (модуля)
 - 2.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП
 - 2.1.2. Этапы формирования компетенций
 - 2.2. Показатели уровней сформированности компетенций на этапах их формирования, описание шкал оценивания
 - 2.2.1. Показатели уровней сформированности компетенций на этапах их формирования
 - 2.2.2. Описание шкал оценивания
3. Типовые контрольные задания, иные материалы и методические рекомендации, необходимые для оценки сформированности компетенций в процессе освоения ОПОП
 - 3.1. Задания и вопросы для входного контроля
 - 3.2. Оценочные средства и критерии сформированности компетенций
 - 3.3. Задания для промежуточной аттестации (зачета и (или) экзамена)

1. Область применения, цели и задачи фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств (ФОС) является неотъемлемой частью рабочей программы дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» и предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся (в т.ч. по самостоятельной работе студентов, далее – СРС), освоивших программу данной дисциплины.

Целью фонда оценочных средств является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 18.03.01 Химическая технология.

Рабочей программой дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» предусмотрено формирование следующих компетенций:

УК-2- Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.

ОПК-4 - Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья.

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины (модуля)

Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины (модуля), и используемые оценочные средства приведены в таблице 1.

2.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП

Таблица 1

Код и наименование формируемой компетенции	Код и наименование индикатора достижения формируемой компетенции	Критерии оценивания	Наименование контролируемых разделов и тем
УК-2 - Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.3. Знает технологические расчеты аппаратов химической промышленности. УК-2.10. Владеет навыками проектирования простейших аппаратов химической промышленности.	- знает основы технологические расчеты аппаратов химической промышленности - знает и может проектировать простейшие аппараты химической промышленности.	Лекции №1-26

<p>ОПК-4 - Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья.</p>	<p>ОПК-4.1. Знает основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета.</p>	<p>- умеет использовать знание принципов физического моделирования химико-технологических процессов; - знает и может использовать знания о теории массопередачи и теплопередачи; - умеет использовать знания типовых процессов химической технологии и методы расчета соответствующих аппаратов при решении профессиональных задач.</p>	<p>Лекции №1-26</p>
---	--	---	---------------------

2.1.2. Этапы формирования компетенций

Сформированность компетенций по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии» определяется на следующих этапах:

1. **Этап текущих аттестаций**

2. **Этап промежуточных аттестаций**

Таблица 2

Код и наименование формируемой компетенции	Код и наименование индикатора достижения формируемой компетенции	Этапы формирования компетенции					Этап промежуточной аттестации	
		Этап текущих аттестаций						
		1-5 неделя	6-10 неделя	11-15 неделя	1-17 неделя			18-20 неделя
		Текущая аттестация №1	Текущая аттестация №2	Текущая аттестация №3	СРС	КР/КП		Промежуточная аттестация
1		2	3	4	5	6	7	
УК-2 - Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.3. Знает технологические расчеты аппаратов химической промышленности. УК-2.10. Владеет навыками проектирования простейших аппаратов химической промышленности.	+	+	+	+	+	Тест для проведения зачёта	
ОПК-4 - Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение	ОПК-4.1. Знает основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их		+	+	+	+	Тест для проведения зачёта	

параметров технологического процесса при изменении свойств сырья.	расчета.						
---	----------	--	--	--	--	--	--

2.2. Показатели уровней сформированности компетенций на этапах их формирования, описание шкал оценивания

2.2.1. Показатели уровней сформированности компетенций на этапах их формирования

Результатом освоения дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» является установление одного из уровней сформированности компетенций: высокий, повышенный, базовый, низкий.

Таблица 3

Уровень	Универсальные компетенции	Общепрофессиональные/профессиональные компетенции
Высокий (оценка «отлично», «зачтено»)	Сформированы четкие системные знания и представления по дисциплине. Ответы на вопросы оценочных средств полные и верные. Даны развернутые ответы на дополнительные вопросы. Обучающимся продемонстрирован высокий уровень освоения компетенции	Обучающимся усвоена взаимосвязь основных понятий дисциплины, в том числе для решения профессиональных задач. Ответы на вопросы оценочных средств самостоятельны, исчерпывающие, содержание вопроса/задания оценочного средства раскрыто полно, профессионально, грамотно. Даны ответы на дополнительные вопросы. Обучающимся продемонстрирован высокий уровень освоения компетенции
Повышенный (оценка «хорошо», «зачтено»)	Знания и представления по дисциплине сформированы на повышенном уровне. В ответах на вопросы/задания оценочных средств изложено понимание вопроса, дано достаточно подробное описание ответа, приведены и раскрыты в тезисной форме основные понятия. Ответ отражает полное знание материала, а также наличие, с незначительными пробелами, умений и навыков по изучаемой дисциплине. Допустимы единичные негрубые ошибки. Обучающимся продемонстрирован повышенный уровень освоения компетенции	Сформированы в целом системные знания и представления по дисциплине. Ответы на вопросы оценочных средств полные, грамотные. Продemonстрирован повышенный уровень владения практическими умениями и навыками. Допустимы единичные негрубые ошибки по ходу ответа, в применении умений и навыков

Уровень	Универсальные компетенции	Общепрофессиональные/профессиональные компетенции
Базовый (оценка «удовлетворительно», «зачтено»)	<p>Ответ отражает теоретические знания основного материала дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшего освоения ОПОП. Обучающийся допускает неточности в ответе, но обладает необходимыми знаниями для их устранения.</p> <p>Обучающимся продемонстрирован базовый уровень освоения компетенции</p>	<p>Обучающийся владеет знаниями основного материал на базовом уровне. Ответы на вопросы оценочных средств неполные, допущены существенные ошибки. Продемонстрирован базовый уровень владения практическими умениями и навыками, соответствующий минимально необходимому уровню для решения профессиональных задач</p>
Низкий (оценка «неудовлетворительно», «не зачтено»)	Демонстрирует полное отсутствие теоретических знаний материала дисциплины, отсутствие практических умений и навыков	

2.2.2. Описание шкал оценивания

В ФГБОУ ВО «ДГТУ» внедрена модульно-рейтинговая система оценки учебной деятельности студентов. В соответствии с этой системой применяются пятибалльная, двадцатибалльная и стобальная шкалы знаний, умений, навыков.

Шкалы оценивания			Критерии оценивания
пятибалльная	двадцатибалльная	стобальная	
«Отлично» - 5 баллов	«Отлично» - 18-20 баллов	«Отлично» - 85 – 100 баллов	Показывает высокий уровень сформированности компетенций, т.е.: <ul style="list-style-type: none"> - продемонстрирует глубокое и прочное усвоение материала; - исчерпывающе, четко, последовательно, грамотно и логически стройно излагает теоретический материал; - правильно формирует определения; - демонстрирует умения самостоятельной работы с нормативно-правовой литературой; - умеет делать выводы по излагаемому материалу.
«Хорошо» - 4 баллов	«Хорошо» - 15 - 17 баллов	«Хорошо» - 70 - 84 баллов	Показывает достаточный уровень сформированности компетенций, т.е.: <ul style="list-style-type: none"> - демонстрирует достаточно полное знание материала, основных теоретических положений; - достаточно последовательно, грамотно логически стройно излагает материал; - демонстрирует умения ориентироваться в нормальной литературе; - умеет делать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.
«Удовлетворительно» - 3 баллов	«Удовлетворительно» - 12 - 14 баллов	«Удовлетворительно» - 56 – 69 баллов	Показывает пороговый уровень сформированности компетенций, т.е.: <ul style="list-style-type: none"> - демонстрирует общее знание изучаемого материала; - испытывает серьезные затруднения при ответах на дополнительные вопросы; - знает основную рекомендуемую литературу; - умеет строить ответ в соответствии со структурой излагаемого материала.
«Неудовлетворительно» - 2 баллов	«Неудовлетворительно» - 1-11 баллов	«Неудовлетворительно» - 1-55 баллов	Ставится в случае: <ul style="list-style-type: none"> - незнания значительной части программного материала; - не владения понятийным аппаратом дисциплины; - допущения существенных ошибок при изложении учебного материала; - неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - неумение делать выводы по излагаемому материалу.

3. Типовые контрольные задания, иные материалы и методические рекомендации, необходимые для оценки сформированности компетенций в процессе освоения ОПОП

3.1. Задания и вопросы для входного контроля

1. Основные понятия термодинамики; внутренняя энергия, теплота, работа.
2. 1- закон термодинамики - закон сохранения энергии.
3. Обратимые и необратимые процессы.
4. 2- Закон термодинамики.
5. Термодинамическое равновесие между фазами: правило фаз Гиббса. Степень свободы системы.
6. Идеальные растворы, законы Рауля и Дальтона.
7. Законы Коновалова и их применение.
8. Трехкомпонентные системы, графическое выражение состава. Треугольная диаграмма.
9. Удельная электропроводность растворов.
10. Термоэлектродвижущая сила и методы ее измерения.
11. Дисперсные системы и их свойства.
12. Диспергирование и капиллярная конденсация.
13. Методы очистки дисперсных систем: диализ, электродиализ и ультрафильтрация.
14. Адсорбция, физическая суть и применение.
15. Адгезия и смачивание. ПАВ и их применение.
16. Давление, виды и их измерение.
17. Функция многих переменных. Дифференцирование простой и сложной функции.
18. Дифференциальные уравнения и их решения.
19. Понятие об интеграле. Интегрирование. Интегралы.
20. Статистические методы обработки экспериментальных данных.
21. Понятие об информации, общая характеристика процессов сбора, передачи, обработки и накопления информации.
22. Алгоритмизация и программирование.
23. Каогуляция дисперсных систем.
24. Газовые законы.
25. Законы механики.
26. Электрический ток, закон Ома.
27. Электропроводность. Электрическое поле.
28. Постоянный и переменный электрический ток.
29. Напряженность электрического поля.
30. Закон Кулона.
31. Проводники и диэлектрики.
32. Электрическая работа и мощность.
33. Преобразование электрической энергии в тепловую.
34. Последовательное и параллельное соединения сопротивлений.
35. Измерения тока и напряжения.
36. Электрический ток в газах. Искровой и дуговой разряды.
37. Магнитное поле, магнитная индукция и магнитный поток.
38. Преобразование механической энергии в электрическую и наоборот. Электродвигатели.
39. Полная мощность и ее составляющие.
40. Трансформатор и его применение.
41. Растворы и способы выражения концентраций.
42. Основные законы химии: законы сохранения массы и энергии. Принцип Ле- Шателье.
43. Прочность и деформации при растяжении и сжатии, изгибе и кручении материалов.
44. Детали машин и аппаратов: валы, оси, подшипники, муфты.
45. Передачи вращательного движения. Приводы.

3.2. Оценочные средства и критерии сформированности компетенций

№	Код компетенций по ФГОС	Уровни сформированности компетенций		
		Пороговый	Достаточный	Высокий
1	2	3	4	5
1	УК-2 - Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	Знает основы теории переноса импульса, энергии и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов, основные уравнения движения жидкостей, основы теории теплопередачи, массопередачи, тепловые процессы и аппараты и методы их расчета слабо (на пороговом уровне, или на «удовлетворительно») .	Знает основы теории переноса импульса, энергии и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов, основные уравнения движения жидкостей, основы теории теплопередачи, массопередачи, тепловые процессы и аппараты и методы их расчета слабо (на пороговом уровне, или на достаточном хорошем уровне (на «хорошо») .	Знает основы теории переноса импульса, энергии и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов, основные уравнения движения жидкостей, основы теории теплопередачи, массопередачи, тепловые процессы и аппараты и методы их расчета слабо (на пороговом уровне, или полноценно (на высоком уровне, на «отлично») .
	ОПК-4 - Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья.	Умеет использовать знание методов определения оптимальных режимов работы процессов и аппаратов; а также методов расчета и анализа процессов химической аппаратуры. слабо (на пороговом уровне, или на «удовлетворительно») .	Умеет использовать знание методов определения оптимальных режимов работы процессов и аппаратов; а также методов расчета и анализа процессов химической аппаратуры на достаточном хорошем уровне (на «хорошо») .	Умеет использовать знание методов определения оптимальных режимов работы процессов и аппаратов; а также методов расчета и анализа процессов химической аппаратуры полноценно (на высоком уровне, на «отлично») .

3. Задания для промежуточной аттестации (зачета и (или) экзамена)

5 семестр

Перечень вопросов контрольной работы № 1

1. Основные процессы и аппараты.
2. Возникновение и развитие науки о процессах и аппаратах.
3. Классификация основных процессов, их движущая сила.
4. Периодические и непрерывные процессы и их характеристика, достоинства и недостатки.
5. Установившиеся (стационарные) и неуставившиеся (нестационарные) процессы.
6. Аппараты идеального вытеснения и смешения.
7. Общие принципы анализа и расчета процессов и аппаратов.
8. Материальный и энергетический балансы и их применение. Принцип Ле-Шателье и правило фаз Гиббса.
9. Интенсивность процессов и аппаратов, движущая сила, коэффициент скорости процесса и математическое выражение их.
10. Моделирование и оптимизация процессов и аппаратов.
11. Гидромеханические процессы. Идеальная и реальная жидкости.
12. Плотность жидкости и методика расчета.
13. Давление. Сила гидравлического давления. Свойства гидравлического давления.
14. Вязкость жидкости, касательное напряжение. Коэффициент динамической вязкости. Закон внутреннего трения Ньютона. Коэффициент кинематической вязкости.
15. Поверхностное натяжение и факторы, влияющие на него.
16. Гидростатика. Дифуравнение равновесия Эйлера, вывод его.
17. Основное уравнение гидростатики, вывод его. Нивелирная высота и статический (пьезометрический) напор.
18. Некоторые случаи применения основного уравнения гидростатики.
19. Поверхность уровня (три случая).
20. Гидродинамика. Внутренняя и внешняя задачи гидродинамики.
21. Скорость и расход жидкости. Объемный и массовый расходы.
22. Гидравлический радиус и эквивалентный диаметр.
23. Установившийся и неуставившийся потоки. Различие между этими потоками.
24. Режимы движения жидкости и критические значения критерия Рейнольдса.
25. Распределение скоростей и расход жидкости при установившемся ламинарном потоке. Уравнение закона Стокса.
26. Расход жидкости при ламинарном потоке, уравнение Пуазейля.
27. Некоторые характеристики турбулентного потока. Мгновенная пульсационная скорость. Интенсивность турбулентности. Масштаб турбулентности и турбулентная вязкость.
28. Дифуравнение неразрывности потока и его вывод.
29. Дифуравнение движения Эйлера.
30. Вывод уравнения Навье-Стокса.
31. Уравнение Бернулли и его вывод.
32. Полный гидродинамический напор и его составляющие.
33. Практические приложения уравнения Бернулли. Принцип измерения скорости и расхода жидкости.
34. Истечение жидкости через отверстия. Коэффициент расхода жидкости.
35. Основы теории подобия. Теоретический метод исследования. Преимущества и недостатки.
36. Подобные преобразования дифуравнений. Геометрическое подобие, временное подобие и подобие начальных и граничных условий.
37. Критерии симплексы и комплексы.
38. Три теоремы теории подобия и их применение.

39. Метод анализа размерностей и его применение.
40. Гидравлические сопротивления в трубопроводах. Расчет диаметров трубопроводов.
41. Движение тел в жидкостях. Сила сопротивления и коэффициент сопротивления.
42. Осаждение частиц под действием силы тяжести. Скорость осаждения. Метод Лященко определения скорости осаждения частиц.
43. Движение жидкостей через неподвижные зернистые и пористые слои. Эквивалентный диаметр каналов в зернистом слое. Фиктивная скорость.
44. Гидродинамика кипящих (псевдооживленных) зернистых слоев. Кипящее состояние, пневмотранспорт, скорости псевдооживления и свободного витания. Число псевдооживления. Поршневое псевдооживление, фонтанирование.
45. Элементы гидродинамики двухфазных потоков. Барбатаж, пленочное течение жидкости.
46. Насосы и их классификация. Основные параметры насосов.
47. Расчет напора насоса. Высота всасывания.
48. Центробежные насосы. Действительный напор и производительность.
49. Характеристика насосов. Работа насосов на сеть.
50. Поршневые насосы, устройство, принцип действия простого и двойного действия. Производительность и характеристика насоса.
51. Диафрагмовые, бессальниковые, погружные и герметические насосы.
52. Пропеллерные (осевые), вихревые, шестеренчатые, винтовые, пластинчатые и струйные насосы.
53. Сравнение и области применения насосов.

Перечень вопросов контрольной работы № 2

1. Классификация машин для перемещения и сжатия газов. Термодинамические основы сжатия газов.
2. Процессы сжатия газов. Работа сжатия и потребляемая мощность.
3. Поршневые компрессоры. Одноступенчатое сжатие.
4. Индикаторная диаграмма, индикаторная мощность и давление. Производительность и коэффициент подачи.
5. Многоступенчатое сжатие газов.
6. Ротационные, водокольцевые компрессоры и газодувки.
7. Центробежные машины, турбогазодувки, турбокомпрессоры.
8. Винтовые компрессоры, вакуум-насосы и осевые вентиляторы.
9. Неоднородные системы и методы их разделения.
10. Материальный баланс процесса разделения неоднородной системы.
11. Осаждение, скорость осаждения и солидарное осаждение.
12. Отстойники, устройство, принцип работы и расчет.
13. Фильтрация, движущая сила. Способы создания перепада давления и виды фильтрации.
14. Вывод уравнения фильтрации. Определение постоянных уравнения фильтрации.
15. Фильтровальные перегородки и их характеристика.
16. Устройство фильтров. Нутч-фильтр.
17. Фильтр-пресс, устройство и принцип работы.
18. Листовые и патронные фильтры.
19. Барабанный вакуум-фильтр, ленточные фильтры.
20. Интенсификация работы фильтров и их расчет.
21. Центрифугирование, основные положения, центробежная сила и фактор разделения.
22. Процессы в отстойных и фильтрующих центрифугах.
23. Центрифуги, их классификация.
24. Центрифуги со шнековым устройством, жидкостные сепараторы.
25. Трубочатые центрифуги и гидроциклоны.

26. Разделение газовых систем, гравитационная очистка газов.
27. Очистка газов под действием инерционных и центробежных сил.
28. Очистка газов фильтрованием.
29. Мокрая очистка газов, полые и насадочные скрубберы, барботажные пылеуловители.
30. Электрическая очистка газов.
31. Перемешивание, способы перемешивания и эффективность перемешивания.
32. Механическое перемешивание. Расчет мощности при перемешивании.
33. Мешалки, их классификация. Лопастные, пропеллерные, турбинные мешалки, их достоинства и недостатки.
34. Пневматическое перемешивание, перемешивание в трубопроводах и с помощью сопел и насосов.

Перечень вопросов контрольной работы № 3

1. Основы теплообмена. Общие сведения.
2. Температурное поле и температурный градиент.
3. Передача тепла теплопроводностью. Закон Фурье, коэффициент теплопроводности.
4. Диффуравнение теплопроводности.
5. Теплопроводность плоской и цилиндрической стенки.
6. Тепловое излучение. Закон Стефана-Больцмана.
7. Законы Кирхгофа и Ламберта при излучении.
8. Передача тепла конвекцией. Закон Ньютона, коэффициент теплоотдачи.
9. Диффуравнение конвективного теплообмена.
10. Тепловое подобие. Критерии Нуссельта, Фурье, Пекле, Прандтля; обобщенное критериальное уравнение.
11. Коэффициент теплоотдачи и его расчет при помощи критериальных уравнений при различных тепловых процессах и при различных режимах.
12. Теплоотдачи при кипении и конденсации.
13. Теплоотдача в неподвижном зернистом слое.
14. Теплопередача. Основное уравнение теплопередачи и его применение.
15. Средний температурный напор и его расчет при прямотоке и противотоке.
16. Температура стенки и методика ее расчета.
17. Нагревание водяным паром, глухим и острым паром.
18. Нагревание горячей водой и топочными газами.
19. Нагревание высокотемпературными теплоносителями, минеральными маслами, органическими веществами и их парами.
20. Нагревание электрическим током.
21. Охлаждение до обыкновенных и низких температур.
22. Конденсация пара.

6 семестр

Перечень вопросов контрольной работы № 4

1. Кожухотрубные теплообменники, устройство, принцип работы, преимущества и недостатки.
2. Элементные, двухтрубные и змеевиковые теплообменники.
3. Пластинчатые теплообменники, оребренные и спиральные теплообменники.
4. Теплообменные устройства реакционных аппаратов, теплообменники других типов.
5. Конденсаторы смешения и барометрический конденсатор и его расчет.
6. Расчет теплообменных аппаратов: проектный и проверочный расчеты.
7. Конструктивный расчет кожухотрубного теплообменника.
8. Конструктивный расчет змеевикового и с двустенной поверхностью нагрева.
9. Конструктивный расчет пластинчатого теплообменника.

10. Гидравлический расчет теплообменника.
11. Расчет конденсаторов паров.
12. Выпаривание. Общие сведения.
13. Физико-химические основы выпаривания, температурная депрессия и температурные потери.
14. Однократное выпаривание, материальный и тепловой балансы.
15. Коэффициенты испарения и самоиспарения и расчет поверхности нагрева.
16. Многократное выпаривание. Основные схемы многокорпусных установок.
17. Материальный и тепловой балансы многокорпусных установок.
18. Общая полезная разность температур и ее распределение по корпусам.
19. Расчет многокорпусной установки.
20. Выбор числа корпусов многокорпусной выпарной установки. Устройство выпарных аппаратов. Аппараты со свободной циркуляцией раствора.
21. Вертикальные выпарные аппараты с направленной естественной циркуляцией.
22. Выпарные аппараты с встроенной поверхностью нагрева с центральной циркуляционной трубой.
23. Выпарные аппараты с выносной поверхностью нагрева.
24. Пленочные и роторные выпарные аппараты.
25. Выпарные аппараты с тепловым насосом.
26. Основы массопередачи. Виды процессов массопередачи, их движущая сила.
27. Способы выражения состава фаз.
28. Равновесие при массопередаче. Линия равновесия.
29. Материальный баланс и рабочая линия массопередачи.
30. Направление процесса массопередачи.
31. Скорость массопередачи. Молекулярная и турбулентная диффузии.
32. Вывод диффуравнения массообмена в движущейся среде.
33. Механизм и модели процесса массопередачи.
34. Уравнения массоотдачи и массопередачи.
35. Зависимость коэффициента массопередачи от коэффициентов массоотдачи.
36. Движущая сила процесса массопередачи.
37. Число и высота единиц переноса и определение числа ед. переноса.
38. Коэффициент извлечения и влияние перемешивания на движущую силу процесса массопередачи.
39. Расчет основных размеров массообменных аппаратов.
40. Аналитический и графический методы определения числа ступеней изменений концентрации.
41. Массопередача с твердой фазой.

Перечень вопросов контрольной работы № 5

1. Абсорбция. Равновесие при абсорбции.
2. Материальный и тепловой балансы процесса абсорбции.
3. Устройство абсорбционных аппаратов. Поверхностные абсорберы.
4. Пленочные абсорберы.
5. Гидродинамические режимы насадочных абсорберов. Выбор насадок.
6. Барбатажные (тарельчатые) абсорберы.
7. Расчет абсорберов.
8. Схемы абсорбционных установок.
9. Перегонка жидкостей. Простая перегонка и ректификация. Фазовое равновесие.
10. Идеальные и реальные смеси.
11. Простая перегонка и ее расчет.
12. Дефлегмация, перегонка с водяным паром и инертным газом.
13. Ректификация. Схема работы ректификационной установки.

14. Материальный баланс ректификационной колонны. Уравнения рабочих линий.
15. Флегмовое число. Минимальное и действительное флегмовое число.
16. Зависимость флегмового числа от высоты колонны и расхода теплоносителя.
17. Тепловой баланс ректификационной колонны. Периодическая ректификация бинарных смесей.
18. Устройство ректификационных аппаратов. Насадочные колонны и пленочные аппараты.
19. Специальные виды перегонки. Экстрактивная и азеотропная ректификации.
20. Молекулярная дистилляция.
21. Адсорбция. Характеристика и виды адсорбентов.
22. Равновесие и скорость процесса адсорбции.
23. Массопередача при адсорбции, десорбция.
24. Адсорберы с неподвижным поглотителем.
25. Адсорберы с движущимся слоем поглотителя.
26. Адсорберы с кипящим слоем поглотителя.

Перечень вопросов контрольной работы № 6

1. Экстракция в системе «жидкость - жидкость». Равновесие фаз. Хорды равновесия и бинодальная кривая.
2. Треугольная диаграмма, правило рычага. Кривые селективности.
3. Методы экстракции. Одноступенчатая экстракция. Изображение процесса на треугольной диаграмме.
4. Многоступенчатая экстракция.
5. Смесительно-отстойные экстракторы.
6. Распылительные, полочные и насадочные колонные экстракторы.
7. Экстракторы с подводом внешней энергии.
8. Центробежные экстракторы.
9. Экстракция в системе «твердое тело - жидкость». Равновесие и скорость выщелачивания.
10. Способы растворения и выщелачивания.
11. Аппараты (экстракторы) с неподвижным слоем твердого материала.
12. Непрерывно-действующие аппараты с механическим перемешиванием.
13. Экстракторы с кипящим слоем.
14. Ионообменные процессы.
15. Сушка. Общие сведения. Виды сушки и их особенности.
16. Статика процесса сушки.
17. Влажные материалы, влажность и формы связи влаги с материалом.
18. Основные параметры влажного газа. Диаграмма J-X. Изображение процессов изменения состояния газа на диаграмме.
19. Кинетика процесса сушки. Расчет продолжительности процесса сушки.
20. Материальный и тепловой балансы процесса сушки.
21. Идеальный и реальный процессы сушки и их изображение на диаграмме J- X.
22. Расчет расходов воздуха и тепла на сушку.
23. Варианты процесса сушки, их эффективность.
24. Скорость сушки. Периоды сушки. Изменение температуры материала в процессе сушки.
25. Испарение влаги с поверхности материала и перемещение влаги внутри материала.
26. Устройство, принцип работы камерной, туннельной и ленточной сушилок.
27. Устройство, принцип работы барабанной сушилки. Сушилки с кипящим слоем.
28. Вибросушилки, пневматические сушилки.
29. Распылительные сушилки, вальцовые сушилки.
30. Специальные виды сушки и типы сушилок.
31. Физико-химические основы процессов массопереноса через полупроницаемые

- перегородки.
32. Классификация мембранных процессов.
 33. Типы мембран и их основные характеристики.
 34. Общая характеристика аппаратного оформления мембранных процессов разделения.

Перечень вопросов по проверке остаточных знаний

1. Понятие о процессе и аппарате.
2. Основные процессы, их движущая сила и применение.
3. Периодические и непрерывные процессы, их преимущества и недостатки.
4. Суть теории подобия и моделирования.
5. Основные критерии подобия и их применение.
6. Основные технические свойства материалов и их влияние на интенсивность процессов.
7. Основные требования к аппаратам.
8. Основное уравнение гидростатики и его применение.
9. Массовый и объемный расходы жидкости, эквивалентный диаметр и расчет диаметра трубопровода.
10. Уравнение Бернулли и его практическое применение.
11. Насосы, устройство, принцип работы и применение.
12. Гидравлические сопротивления и их расчет.
13. Неоднородные системы, способы их разделения.
14. Отстойники, устройство и принцип работы.
15. Разделение неоднородных систем в центробежном поле. Центрифуги и циклон.
16. Фильтрация и аппараты для фильтрации.
17. Перемешивание жидких, сыпучих и пластически-вязких тел. Мешалки.
18. Основы теплообмена. Способы распространения тепловой энергии.
19. Основное уравнение теплопередачи.
20. Расчет расхода тепловой энергии и теплоносителей.
21. Коэффициенты теплопередачи, теплоотдачи и методики расчета их.
22. Теплообменные аппараты и их применение.
23. Конденсаторы. Барометрический конденсатор.
24. Выпаривание, способы выпаривания и применение.
25. Выпарные аппараты, устройство и принцип работы.
26. Многокорпусные выпарные установки и схемы их работы.
27. Массопередача, основы процесса, движущая сила, массообменные процессы и применение.
28. Простая перегонка, основы процесса и применение.
29. Ректификация, основы процесса, контактирующие устройства.
30. Схема работа ректификационной установки.
31. Сушка, назначение, способы сушки. Влажные материалы, влажность.
32. Кинетика процесса сушки, кривые сушки и скорости сушки.
33. Изображение процесса сушки в I -X диаграмме.
34. Расчет расхода тепла и воздуха для процесса сушки.
35. Сушильные аппараты, устройство и принцип работы.
36. Экстракция, виды экстракции, основы процесса и применение.
37. Экстракция в системе жидкость-жидкость. Треугольная диаграмма.
38. Аппараты для экстракции.
39. Экстракция в системе твердое тело-жидкость, физическая суть процесса, факторы влияющие на скорость процесса.
40. Аппараты для экстракции.
41. Абсорбция, основы процесса, применение.
42. Материальный баланс абсорбции.

43. Аппараты для абсорбции.
44. Адсорбция, основы процесса, адсорбенты и применение.
45. Адсорберы.

Перечень вопросов к экзамену по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии»

5 семестр (6 семестр заочной формы обучения)

1. Основные процессы и аппараты. Возникновение и развитие науки о процессах и аппаратах. Классификация основных процессов, их движущая сила. Периодические и непрерывные процессы и их характеристика, достоинства и недостатки.
2. Установившиеся (стационарные) и неуставившиеся (нестационарные) процессы. Аппараты идеального вытеснения и смешения.
3. Общие принципы анализа и расчета процессов и аппаратов. Материальный и энергетический балансы и их применение. Принцип Ле-Шателье и правило фаз Гиббса. Интенсивность процессов и аппаратов, движущая сила, коэффициент скорости процесса и математическое выражение их.
4. Моделирование и оптимизация процессов и аппаратов.
5. Гидромеханические процессы. Идеальная и реальная жидкости. Плотность жидкости и методика расчета. Давление. Сила гидравлического давления. Свойства гидравлического давления.
6. Вязкость жидкости, касательное напряжение. Коэффициент динамической вязкости. Закон внутреннего трения Ньютона. Коэффициент кинематической вязкости. Поверхностное натяжение и факторы, влияющие на него.
7. Гидростатика. Дифференциальное уравнение равновесия Эйлера и его вывод.
8. Основное уравнение гидростатики, вывод его. Нивелирная высота и статический (пьезометрический) напор.
9. Некоторые случаи применения основного уравнения гидростатики. Поверхность уровня (три случая).
10. Гидродинамика. Внутренняя и внешняя задачи гидродинамики. Скорость и расход жидкости. Объемный и массовый расходы. Гидравлический радиус и эквивалентный диаметр.
11. Установившийся и неуставившийся потоки. Различие между этими потоками. Режимы движения жидкости и критические значения критерия Рейнольдса. Распределение скоростей и расход жидкости при установившемся ламинарном потоке. Уравнение закона Стокса.
12. Дифуравнение неразрывности потока и его вывод. Дифуравнение движения Эйлера.
13. Уравнение Бернулли и его вывод. Полный гидродинамический напор и его составляющие.
14. Практические приложения уравнения Бернулли. Принцип измерения скорости и расхода жидкости.
15. Истечение жидкости через отверстия. Коэффициент расхода жидкости.
16. Основы теории подобия. Теоретический метод исследования. Преимущества и недостатки. Подобные преобразования дифуравнений. Геометрическое подобие, временное подобие и подобие начальных и граничных условий.
17. Критерии симплексы и комплексы. Три теоремы теории подобия и их применение.
18. Метод анализа размерностей и его применение. Гидравлические сопротивления в трубопроводах. Расчет диаметров трубопроводов.
19. Движение тел в жидкостях. Сила сопротивления и коэффициент сопротивления. Осаждение частиц под действием силы тяжести. Скорость осаждения. Метод Лященко определения скорости осаждения частиц.
20. Движение жидкостей через неподвижные зернистые и пористые слои. Эквивалентный диаметр каналов в зернистом слое. Фиктивная скорость.

21. Гидродинамика кипящих (псевдоожигенных) зернистых слоев. Кипящее состояние, пневмотранспорт, скорости псевдоожигения и свободного витания. Число псевдоожигения. Поршневое псевдоожигение, фонтанирование.
22. Элементы гидродинамики двухфазных потоков. Барботаж, пленочное течение жидкости.
23. Насосы и их классификация. Основные параметры насосов. Расчет напора насоса. Высота всасывания.
24. Центробежные насосы. Действительный напор и производительность. Характеристика насосов. Работа насосов на сеть.
25. Поршневые насосы, устройство, принцип действия простого и двойного действия. Производительность и характеристика насоса.
26. Пропеллерные (осевые), вихревые, шестеренчатые, винтовые, пластинчатые и струйные насосы. Сравнение и области применения насосов.
27. Классификация машин для перемещения и сжатия газов. Термодинамические основы сжатия газов.
28. Процессы сжатия газов. Работа сжатия и потребляемая мощность.
29. Поршневые компрессоры. Одноступенчатое сжатие.
30. Индикаторная диаграмма, индикаторная мощность и давление. Производительность и коэффициент подачи.
31. Многоступенчатое сжатие газов. Ротационные, водокольцевые компрессоры и газодувки.
32. Центробежные машины, турбогазодувки, турбокомпрессоры. Винтовые компрессоры, вакуум-насосы и осевые вентиляторы.
33. Неоднородные системы и методы их разделения. Материальный баланс процесса разделения неоднородной системы.
34. Осаждение, скорость осаждения и солидарное осаждение. Отстойники, устройство, принцип работы и расчет.
35. Фильтрование, движущая сила. Способы создания перепада давления и виды фильтрования. Вывод уравнения фильтрования. Определение постоянных уравнения фильтрования.
36. Фильтровальные перегородки и их характеристика. Устройство фильтров. Нутч-фильтр.
37. Фильтр-пресс, устройство и принцип работы. Листовые и патронные фильтры. Барабанный вакуум-фильтр, ленточные фильтры.
38. Интенсификация работы фильтров и их расчет. Центрифугирование, основные положения, центробежная сила и фактор разделения.
39. Процессы в отстойных и фильтрующих центрифугах. Центрифуги, их классификация. Центрифуги со шнековым устройством, жидкостные сепараторы.
40. Трубочатые центрифуги и гидроциклоны. Разделение газовых систем, гравитационная очистка газов.
41. Очистка газов под действием инерционных и центробежных сил. Очистка газов фильтрованием.
42. Мокрая очистка газов, полые и насадочные скрубберы, барбатажные пылеуловители.
43. Электрическая очистка газов.
44. Перемешивание, способы перемешивания и эффективность перемешивания. Механическое перемешивание. Расчет мощности при перемешивании.
45. Мешалки, их классификация. Лопастные, пропеллерные, турбинные мешалки, их достоинства и недостатки. Пневматическое перемешивание, перемешивание в трубопроводах и с помощью сопел и насосов.
46. Основы теплообмена. Общие сведения. Температурное поле и температурный градиент. Передача тепла теплопроводностью. Закон Фурье, коэффициент теплопроводности.
47. Диффуравнение теплопроводности. Теплопроводность плоской и цилиндрической стенки.
48. Тепловое излучение. Закон Стефана-Больцмана. Законы Кирхгофа и Ламберта при излучении.
49. Передача тепла конвекцией. Закон Ньютона, коэффициент теплоотдачи.
50. Диффуравнение конвективного теплообмена.

51. Тепловое подобие. Критерии Нуссельта, Фурье, Пекле, Прандтля; обобщенное критериальное уравнение.
52. Коэффициент теплоотдачи и его расчет при помощи критериальных уравнений при различных тепловых процессах и при различных режимах.
53. Теплоотдачи при кипении и конденсации. Теплоотдача в неподвижном зернистом слое.
54. Теплопередача. Основное уравнение теплопередачи и его применение.
55. Средний температурный напор и его расчет при прямотоке и противотоке. Температура стенки и методика ее расчета.
56. Нагревание водяным паром, глухим и острым паром.
57. Нагревание горячей водой и топочными газами.
58. Нагревание высокотемпературными теплоносителями, минеральными маслами, органическими веществами и их парами.
59. Нагревание электрическим током. Охлаждение до обыкновенных и низких температур. Конденсация пара.
60. Кожухотрубные теплообменники, устройство, принцип работы, преимущества и недостатки.
61. Элементные, двухтрубные и змеевиковые теплообменники.
62. Пластинчатые теплообменники, оребренные и спиральные теплообменники.
63. Теплообменные устройства реакционных аппаратов, теплообменники других типов.
64. Конденсаторы смешения и барометрический конденсатор и его расчет.
65. Расчет теплообменных аппаратов: проектный и проверочный расчеты.
66. Конструктивный расчет кожухотрубного теплообменника. Конструктивный расчет змеевикового и с двустенной поверхностью нагрева.
67. Конструктивный расчет пластинчатого теплообменника.
68. Гидравлический расчет теплообменника. Расчет конденсаторов пара.

**Перечень вопросов к экзамену по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии»
6 семестр (7 семестр заочной формы обучения)**

1. Основные процессы и аппараты. Возникновение и развитие науки о процессах и аппаратах. Классификация основных процессов, их движущая сила. Периодические и непрерывные процессы и их характеристика, достоинства и недостатки.
2. Установившиеся (стационарные) и неуставившиеся (нестационарные) процессы. Аппараты идеального вытеснения и смешения.
3. Общие принципы анализа и расчета процессов и аппаратов. Материальный и энергетический балансы и их применение. Принцип Ле-Шателье и правило фаз Гиббса. Интенсивность процессов и аппаратов, движущая сила, коэффициент скорости процесса и математическое выражение их.
4. Моделирование и оптимизация процессов и аппаратов.
5. Гидромеханические процессы. Идеальная и реальная жидкости. Плотность жидкости и методика расчета. Давление. Сила гидравлического давления. Свойства гидравлического давления.
6. Вязкость жидкости, касательное напряжение. Коэффициент динамической вязкости. Закон внутреннего трения Ньютона. Коэффициент кинематической вязкости. Поверхностное натяжение и факторы, влияющие на него.
7. Гидростатика. Дифуравнение равновесия Эйлера, вывод его.
8. Основное уравнение гидростатики, вывод его. Нивелирная высота и статический (пьезометрический) напор.
9. Некоторые случаи применения основного уравнения гидростатики. Поверхность уровня (три случая).
10. Гидродинамика. Внутренняя и внешняя задачи гидродинамики. Скорость и расход

жидкости. Объемный и массовый расходы. Гидравлический радиус и эквивалентный диаметр.

11. Установившийся и неустановившийся потоки. Различие между этими потоками. Режимы движения жидкости и критические значения критерия Рейнольдса. Распределение скоростей и расход жидкости при установившемся ламинарном потоке. Уравнение закона Стокса.

12. Дифуравнение неразрывности потока и его вывод. Дифуравнение движения Эйлера.

13. Уравнение Бернулли и его вывод. Полный гидродинамический напор и его составляющие.

14. Практические приложения уравнения Бернулли. Принцип измерения скорости и расхода жидкости.

15. Истечение жидкости через отверстия. Коэффициент расхода жидкости.

16. Основы теории подобия. Теоретический метод исследования. Преимущества и недостатки. Подобные преобразования дифуравнений. Геометрическое подобие, временное подобие и подобие начальных и граничных условий.

17. Критерии симплексы и комплексы. Три теоремы теории подобия и их применение.

18. Метод анализа размерностей и его применение. Гидравлические сопротивления в трубопроводах. Расчет диаметров трубопроводов.

19. Движение тел в жидкостях. Сила сопротивления и коэффициент сопротивления. Осаждение частиц под действием силы тяжести. Скорость осаждения. Метод Лященко определения скорости осаждения частиц.

20. Движение жидкостей через неподвижные зернистые и пористые слои. Эквивалентный диаметр каналов в зернистом слое. Фиктивная скорость.

21. Гидродинамика кипящих (псевдоожигенных) зернистых слоев. Кипящее состояние, пневмотранспорт, скорости псевдоожигения и свободного витания. Число псевдоожигения. Поршневое псевдоожигение, фонтанирование.

22. Элементы гидродинамики двухфазных потоков. Барбатаж, пленочное течение жидкости.

23. Насосы и их классификация. Основные параметры насосов. Расчет напора насоса. Высота всасывания.

24. Центробежные насосы. Действительный напор и производительность. Характеристика насосов. Работа насосов на сеть.

25. Поршневые насосы, устройство, принцип действия простого и двойного действия. Производительность и характеристика насоса.

26. Пропеллерные (осевые), вихревые, шестеренчатые, винтовые, пластинчатые и струйные насосы. Сравнение и области применения насосов.

27. Классификация машин для перемещения и сжатия газов. Термодинамические основы сжатия газов.

28. Процессы сжатия газов. Работа сжатия и потребляемая мощность.

29. Поршневые компрессоры. Одноступенчатое сжатие.

30. Индикаторная диаграмма, индикаторная мощность и давление. Производительность и коэффициент подачи.

31. Многоступенчатое сжатие газов. Ротационные, водокольцевые компрессоры и газодувки.

32. Центробежные машины, турбогазодувки, турбокомпрессоры. Винтовые компрессоры, вакуум-насосы и осевые вентиляторы.

33. Неоднородные системы и методы их разделения. Материальный баланс процесса разделения неоднородной системы.

34. Осаждение, скорость осаждения и солидарное осаждение. Отстойники, устройство, принцип работы и расчет.

35. Фильтрование, движущая сила. Способы создания перепада давления и виды фильтрования. Вывод уравнения фильтрования. Определение постоянных уравнения фильтрования.

36. Фильтровальные перегородки и их характеристика. Устройство фильтров. Нутч-фильтр.

37. Фильтр-пресс, устройство и принцип работы. Листовые и патронные фильтры.

Барабанный вакуум-фильтр, ленточные фильтры.

38.Интенсификация работы фильтров и их расчет. Центрифугирование, основные положения, центробежная сила и фактор разделения.

39.Процессы в отстойных и фильтрующих центрифугах. Центрифуги, их классификация. Центрифуги со шнековым устройством, жидкостные сепараторы.

40.Трубчатые центрифуги и гидроциклоны. Разделение газовых систем, гравитационная очистка газов.

41.Очистка газов под действием инерционных и центробежных сил. Очистка газов фильтрованием.

42.Мокрая очистка газов, полые и насадочные скрубберы, барботажные пылеуловители.

43.Электрическая очистка газов.

44.Перемешивание, способы перемешивания и эффективность перемешивания. Механическое перемешивание. Расчет мощности при перемешивании.

45.Мешалки, их классификация. Лопастные, пропеллерные, турбинные мешалки, их достоинства и недостатки. Пневматическое перемешивание, перемешивание в трубопроводах и с помощью сопел и насосов.

46.Основы теплообмена. Общие сведения. Температурное поле и температурный градиент. Передача тепла теплопроводностью. Закон Фурье, коэффициент теплопроводности.

47.Дифференциальное уравнение теплопроводности. Теплопроводность плоской и цилиндрической стенки.

48.Тепловое излучение. Закон Стефана-Больцмана. Законы Кирхгофа и Ламберта при излучении.

49.Передача тепла конвекцией. Закон Ньютона, коэффициент теплоотдачи.

50.Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена.

51.Тепловое подобие. Критерии Нуссельта, Фурье, Пекле, Прандтля; обобщенное критериальное уравнение.

52.Коэффициент теплоотдачи и его расчет при помощи критериальных уравнений при различных тепловых процессах и при различных режимах.

53.Теплоотдачи при кипении и конденсации. Теплоотдача в неподвижном зернистом слое.

54.Теплопередача. Основное уравнение теплопередачи и его применение.

55.Средний температурный напор и его расчет при прямотоке и противотоке. Температура стенки и методика ее расчета.

56.Нагревание водяным паром, глухим и острым паром.

57.Нагревание горячей водой и топочными газами.

58.Нагревание высокотемпературными теплоносителями, минеральными маслами, органическими веществами и их парами.

59.Нагревание электрическим током. Охлаждение до обыкновенных и низких температур. Конденсация пара.

60.Кожухотрубные теплообменники, устройство, принцип работы, преимущества и недостатки.

61.Элементные, двухтрубные и змеевиковые теплообменники.

62.Пластинчатые теплообменники, оребренные и спиральные теплообменники.

63.Теплообменные устройства реакционных аппаратов, теплообменники других типов.

64.Конденсаторы смешения и барометрический конденсатор и его расчет.

65.Расчет теплообменных аппаратов: проектный и проверочный расчеты.

66.Конструктивный расчет кожухотрубного теплообменника. Конструктивный расчет змеевикового и с двустенной поверхностью нагрева.

67.Конструктивный расчет пластинчатого теплообменника.

68.Гидравлический расчет теплообменника. Расчет конденсаторов паров.

69.Выпаривание. Общие сведения. Физико-химические основы выпаривания, температурная депрессия и температурные потери.

70.Однократное выпаривание, материальный и тепловой балансы. Коэффициенты испарения и самоиспарения и расчет поверхности нагрева.

71. Многократное выпаривание. Основные схемы многокорпусных установок.
72. Материальный и тепловой балансы многокорпусных установок.
73. Общая полезная разность температур и ее распределение по корпусам.
74. Расчет многокорпусной установки. Выбор числа корпусов многокорпусной выпарной установки.
75. Устройство выпарных аппаратов. Аппараты со свободной циркуляцией раствора.
76. Вертикальные выпарные аппараты с направленной естественной циркуляцией. Выпарные аппараты с встроенной поверхностью нагрева с центральной циркуляционной трубой.
77. Выпарные аппараты с выносной поверхностью нагрева. Пленочные и роторные выпарные аппараты.
78. Выпарные аппараты с тепловым насосом.
79. Основы массопередачи. Виды процессов массопередачи, их движущая сила. Способы выражения состава фаз.
80. Равновесие при массопередаче. Линия равновесия. Материальный баланс и рабочая линия массопередачи. Направление процесса массопередачи.
81. Скорость массопередачи. Молекулярная и турбулентная диффузии. Вывод дифференциального уравнения массообмена в движущейся среде.
82. Механизм и модели процесса массопередачи. Уравнения массоотдачи и массопередачи.
83. Зависимость коэффициента массопередачи от коэффициентов массоотдачи. Движущая сила процесса массопередачи. Число и высота единиц переноса и определение числа единиц переноса.
84. Коэффициент извлечения и влияние перемешивания на движущую силу процесса массопередачи. Расчет основных размеров массообменных аппаратов.
85. Аналитический и графический методы определения числа ступеней изменений концентрации.
86. Массопередача с твердой фазой.
87. Абсорбция. Равновесие при абсорбции. Материальный и тепловой балансы процесса абсорбции.
88. Устройство абсорбционных аппаратов. Поверхностные абсорберы. Пленочные абсорберы.
89. Гидродинамические режимы насадочных абсорберов. Выбор насадок. Барботажные (тарельчатые) абсорберы.
90. Расчет абсорберов.
91. Схемы абсорбционных установок.
92. Перегонка жидкостей. Простая перегонка и ректификация. Фазовое равновесие. Идеальные и реальные смеси.
93. Простая перегонка и ее расчет.
94. Дефлегмация, перегонка с водяным паром и инертным газом.
95. Ректификация. Схема работы ректификационной установки.
96. Материальный баланс ректификационной колонны. Уравнения рабочих линий.
97. Флегмовое число. Минимальное и действительное флегмовое число. Зависимость флегмового числа от высоты колонны и расхода теплоносителя.
98. Тепловой баланс ректификационной колонны. Периодическая ректификация бинарных смесей.
99. Устройство ректификационных аппаратов. Насадочные колонны и пленочные аппараты.
100. Специальные виды перегонки. Экстрактивная и азеотропная ректификация. Молекулярная дистилляция.
101. Экстракция в системе «жидкость - жидкость». Равновесие фаз. Хорды равновесия и бинодальная кривая. Треугольная диаграмма, правило рычага. Кривые селективности.
102. Методы экстракции. Одноступенчатая экстракция. Изображение процесса на треугольной диаграмме. Многоступенчатая экстракция.
103. Смесительно-отстойные экстракторы. Распылительные, полочные и насадочные колонные экстракторы.

104. Экстракторы с подводом внешней энергии. Центробежные экстракторы.
105. Экстракция в системе «твердое тело - жидкость». Равновесие и скорость выщелачивания. Способы растворения и выщелачивания.
106. Аппараты (экстракторы) с неподвижным слоем твердого материала. Непрерывнодействующие аппараты с механическим перемешиванием. Экстракторы с кипящим слоем.
107. Адсорбция. Характеристика и виды адсорбентов. Равновесие и скорость процесса адсорбции. Массопередача при адсорбции, десорбция.
108. Адсорберы с неподвижным поглотителем. Адсорберы с движущимся слоем поглотителя.
109. Адсорберы с кипящим слоем поглотителя. Ионообменные процессы.
110. Сушка. Общие сведения. Виды сушки и их особенности. Статика процесса сушки.
111. Влажные материалы, влажность и формы связи влаги с материалом. Основные параметры влажного газа. Диаграмма J-X. Изображение процессов изменения состояния газа на диаграмме.
112. Кинетика процесса сушки. Расчет продолжительности процесса сушки.
113. Материальный и тепловой балансы процесса сушки.
114. Идеальный и реальный процессы сушки и их изображение на диаграмме J- X.
115. Расчет расходов воздуха и тепла на сушку.
116. Варианты процесса сушки, их эффективность.
117. Скорость сушки. Периоды сушки. Изменение температуры материала в процессе сушки. Испарение влаги с поверхности материала и перемещение влаги внутри материала.
118. Устройство, принцип работы камерной, туннельной и ленточной сушилок.
119. Устройство, принцип работы барабанной сушилки. Сушилки с кипящим слоем. Вибросушилки, пневматические сушилки.
120. Распылительные сушилки, вальцовые сушилки. Специальные виды сушки и типы сушилок.

Форма экзаменационного билета (пример оформления)

Министерство науки и высшего образования РФ

ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет»

Дисциплина (модуль) Процессы и аппараты химической технологии

Код, направление подготовки/специальность 18.03.01 – Химическая технология Профиль (программа, специализация) «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов»

Кафедра Химии Курс 3 Семестр 5

Форма обучения – очная/очно-заочная/заочная

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1.

1. Гидростатика. Дифференциальное уравнение равновесия Эйлера и его вывод.
2. Неоднородные системы и методы их разделения. Материальный баланс процесса разделения неоднородной системы.