

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Директор

Д.Н. Земский

« 21 »

05

2020 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

По дисциплине Б1.В.ДВ.03.02 «Тепло- и массообменное оборудование предприятий»

Направление подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»


Профиль/программа «Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)»

Квалификация выпускника бакалавр

Формы обучения очная, заочная

Составитель ФОС:

Доцент
(должность)


(подпись)

М.Г.Гарипов
(Ф.И.О)

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры ПАХТ,
протокол от 16 02 2020 № 5


(подпись)

Зав. кафедрой
(Ф.И.О.)

Д.Н.Латыпов

СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания кафедры ИСТ, реализующей подготовку основной образовательной программы № 7 от 15 03 2020


(подпись)

Зав. кафедрой

О.В.Матухина
(Ф.И.О.)

Эксперт:

Руководитель ООП Амаева Л.А., ст. преп. каф. ИСТ
Ф.И.О., должность, организация, подпись



Перечень компетенций с указанием уровней их формирования

Индекс компетенции	Содержание компетенции	Этапы формирования компетенции				Наименование оценочного средства
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Курсовой проект	
ПК-1	способность собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов изготовления продукции, средств и систем автоматизации, контроля, технологического оснащения, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством; участвовать в работах по расчету и проектированию процессов изготовления продукции и указанных средств и систем с использованием современных информационных технологий, методов и средств проектирования	Темы 1-23	-	1-4, 1*, 4*	-	Лабораторная работа. Контрольная работа*. Реферат. Тест. Зачёт с оценкой
ПК-2	способность выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий	Темы 1-23	-	1-4, 1*, 4*	-	Лабораторная работа. Контрольная работа*. Деловая игра. Реферат. Тест. Зачёт с оценкой
ПК-3	готовность применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов, современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых технологий, средства автоматизации технологических процессов и производств	Темы 1-23		1-4, 1*, 4*		Лабораторная работа. Контрольная работа*. Деловая игра. Реферат. Тест. Зачёт
ПК-19	способность участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного	Темы 1-23		1-4, 1*, 4*		Лабораторная работа. Контрольная работа*. Деловая игра. Реферат. Тест. Зачёт с оценкой

	обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами					
--	--------------------------------------------------------------------	--	--	--	--	--

*Заочная форма обучения

Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)

Очная форма обучения

<i>Оценочные средства</i>	<i>Кол-во</i>	<i>Min, баллов</i>	<i>Max, баллов</i>
<i>Лабораторная работа</i>	<i>4</i>	<i>18</i>	<i>30</i>
<i>Деловая игра</i>	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>5</i>
<i>Реферат</i>	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>5</i>
<i>Тест</i>	<i>1</i>	<i>6</i>	<i>10</i>
<i>Зачёт с оценкой</i>	<i>1</i>	<i>24</i>	<i>40</i>
<i>Итого:</i>		<i>60</i>	<i>100</i>

Заочная форма обучения

<i>Оценочные средства</i>	<i>Кол-во</i>	<i>Min, баллов</i>	<i>Max, баллов</i>
<i>Лабораторная работа</i>	<i>2</i>	<i>12</i>	<i>20</i>
<i>Контрольная работа</i>	<i>1</i>	<i>6</i>	<i>10</i>
<i>Деловая игра</i>	<i>1</i>	<i>6</i>	<i>10</i>
<i>Реферат</i>	<i>1</i>	<i>6</i>	<i>10</i>
<i>Тест</i>	<i>1</i>	<i>6</i>	<i>10</i>
<i>Зачёт с оценкой</i>	<i>1</i>	<i>24</i>	<i>40</i>
<i>Итого:</i>		<i>60</i>	<i>100</i>

Показатели и критерии оценивания компетенций с описанием шкал оценивания

<i>Индекс компетенции</i>	<i>Содержание компетенции</i>	<i>Уровни освоения компетенции</i>		
		<i>Пороговый</i>	<i>Продвинутый</i>	<i>Превосходный</i>
ПК-1	Способность собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов изготовления продукции, средств и систем автоматизации, контроля, технологического оснащения, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством; участвовать в работах по расчету и	Знание исходных данных, необходимых для проектирования	Знание современных информационных технологий, методов и средств проектирования	Способность участвовать в работах по расчету и проектированию

	проектированию процессов изготовления продукции и указанных средств и систем с использованием современных информационных технологий, методов и средств проектирования			
ПК-2	способность выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий	способность выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления изделий, способы реализации основных технологических процессов	способность выбирать численные методы при разработке математических моделей изделий, основных технологических процессов	способность выбирать стандартные методы испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий
ПК-3	готовность применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов, современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых технологий, средства автоматизации технологических процессов и производств	знание средств автоматизации технологических процессов и производств	готовность применять средства автоматизации технологических процессов и производств с целью рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов	готовность применять средства автоматизации технологических процессов и производств с целью разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых технологий
ПК-19	способность участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами	знание современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами	Способность участвовать в работах по моделированию технологических процессов, производств с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами	способность участвовать в работах по моделированию средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами

Шкала оценивания

Цифровое выражение	Выражение в баллах:	Словесное выражение	Критерии оценки индикаторов достижения при форме контроля:	
			экзамен / зачет с оценкой	зачет
5	87 - 100	Отлично (зачтено)	Оценка «отлично» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний; использует в ответе дополнительный материал все предусмотренные программой задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному; анализирует полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий	Оценка «зачтено» выставляется студенту, если ответы на вопросы по темам
4	74 - 86	Хорошо (зачтено)	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.	дисциплины последовательны, логически изложены, допускаются незначительные недочеты в ответе студента, такие как отсутствие
3	60 - 73	Удовлетворительно (зачтено)	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос студент допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении программного материала.	самостоятельного вывода, речевые ошибки и пр
2	Ниже 60	Неудовлетворительно (не зачтено)	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, необходимые практические компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному	Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если студент не знает основных понятий темы дисциплины, не отвечает на дополнительные и наводящие вопросы преподавателя.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижекамский химико-технологический институт (филиал) федерального
государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Факультет механический

Кафедра процессов и аппаратов химических технологий

Направление подготовки: 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и
производств

Профиль/программа: Автоматизация технологических процессов и производств (по
отраслям)
Семестр 4,5*

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой _____ Д.Н. Латыпов

« _____ » _____ 20__ г.

**Перечень вопросов к зачёту с оценкой
по дисциплине Б1.В.ДВ.03.02 «Тепло- и массообменное
оборудование предприятий»**

1. Предмет и основные задачи курса ПАХТ. Классификация химико – технологических процессов. Предмет гидравлики. Гидростатика и гидродинамика.
2. Основные свойства жидкостей (текучесть, липкость, удельный вес, вязкость, плотность, гидростатическое давление). Свойства и размерности давления.
3. Закон внутреннего трения Ньютона. Динамическая и кинематическая вязкость. Градиент локальной скорости. Ньютоновские и неньютоновские жидкости.
4. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Практическое применение основного уравнения гидростатики.
5. Поток жидкости и его параметры (живое сечение, смоченный периметр, гидравлический радиус, эквивалентный диаметр, абсолютная и относительная шероховатость стенки, средняя, локальная, мгновенная и осредненная скорость, массовый и объемный расход).
6. Виды течения жидкости (стационарное и нестационарное, равномерное и неравномерное, напорное и безнапорное течение). Режимы течения жидкости (ламинарный, переходный, турбулентный). Критерий Рейнольдса. Структура ламинарного и турбулентного потока.
7. Уравнение неразрывности (сплошности) потока, или постоянства расхода (массового или объемного) жидкости. Зависимость средней скорости потока от живого сечения или диаметра трубы при постоянном расходе жидкости.
8. Уравнение Бернулли для идеальной и вязкой жидкости. Геометрический, пьезометрический, динамический и полный напор. Физический смысл уравнения Бернулли и его членов. Потеря напора. Диаграмма Бернулли.
9. Уравнения баланса. Пространственный контур и временной интервал. Приход и уход, источник и сток субстанции. Накопление субстанции. Результат процесса. Основное балансовое соотношение.
10. Аналогия процессов переноса субстанции. Потенциалы переноса. Законы молекулярного переноса (законы внутреннего трения Ньютона и Фурье, I закон Фика).
11. Уравнение Навье – Стокса. Физический смысл уравнения и его членов.
12. Уравнение Фурье – Кирхгофа. Физический смысл уравнения и его членов.
13. Уравнение Фика. Физический смысл уравнения и его членов.
14. Моделирование ХТП. Физическое и математическое моделирование. Условия однозначности

15. Теория подобия. Геометрическое, физическое и временное подобие. Подобие начальных и граничных условий. Константы, инварианты, симплексы и критерии подобия.

16. Гидродинамическое подобие. Вывод критериев Рейнольдса, Фруда, Эйлера, гомохронности, Галилея и Архимеда, их физический смысл.

17. Критериальные уравнения движения жидкости. Определяемый (Эйлера) и определяющие критерии. Определение перепада давлений

18. Тепловое подобие. Критерии теплового подобия Фурье, Пекле, Нуссельта, Прандтля, Грасгофа, их физический смысл. Критериальные уравнения теплоотдачи. Определение поверхности теплопередачи.

19. Массообменное подобие. Вывод диффузионных критериев Фурье, Пекле, Нуссельта (Шервуда), Прандтля (Шмидта), их физический смысл.

20. Общие понятия о структуре потоков. Распределение локальных скоростей в рабочей зоне (РЗ) аппарата. Среднее время пребывания частиц жидкости в РЗ. Функция распределения элементов потока по времени их пребывания в РЗ. Трассер (метка). Выходные кривые (кривые отклика).

21. Модель идеального вытеснения (МИВ). Среднее время пребывания и функция отклика для МИВ.

22. Модель идеального перемешивания (МИП). Среднее время пребывания и функция распределения для МИП. Математическое ожидание и дисперсия времени пребывания элементов потока в РЗ.

23. Ячеечная модель (ЯМ). Математическое описание ЯМ. Параметр и дисперсия времени пребывания ЯМ. Предельные случаи ЯМ.

24. Диффузионная модель (ДМ). Математическое описание ДМ. Параметр и дисперсия времени пребывания. Предельные случаи ДМ. Связь между ЯМ и ДМ.

25. Сопротивление трения в гладких и шероховатых трубах. Формула Дарси – Вейсбаха. Физический смысл коэффициента гидравлического трения.

26. Местные сопротивления. Коэффициент местного сопротивления, его физический смысл. Определение потери напора в местных сопротивлениях.

27. Расчет гидравлического сопротивления трубопровода. Принцип наложения потерь. Расход энергии на перекачивание жидкости по трубопроводу. Характеристика сети.

28. Классификация насосов: динамические (лопастные и трения) и объемные (поршневые и ротационные насосы). Принцип их действия. Специальные насосы (газлифт, монтежу).

29. Устройство и принцип действия поршневого насоса. Воздушные колпаки. Индикаторная диаграмма. Диаграмма подачи. Насосы простого и кратного действия.

30. Основные рабочие параметры поршневого насоса (напор, производительность, мощность, КПД, предельная высота всасывания).

31. Устройство и принцип действия центробежного насоса. Конструкция рабочего колеса.

32. Характеристика центробежного насоса. Оптимальный режим работы насоса. Законы пропорциональности.

33. Работа центробежного насоса на сеть. Рабочая точка ЦБН. Параллельное и последовательное соединение насосов.

34. Сравнительная характеристика поршневых и центробежных насосов (по производительности, напору, КПД, равномерности подачи, сложности устройства, компактности, необходимости заливки жидкостью и т.д.).

35. Классификация компрессоров и вакуум – насосов: а) по степени сжатия – вентиляторы, газодувки, компрессоры, вакуум – насосы; б) по принципу действия – поршневые, центробежные, ротационные, осевые, струйные.

36. Устройство, принцип действия и теоретическая рабочая диаграмма поршневого компрессора. Компрессоры простого и кратного действия. Многоцилиндровые компрессоры.

37. Характеристика неоднородных систем, способов их разделения и образования.

38. Сущность гравитационного осаждения. Скорость свободного и стесненного осаждения

39. Конструкции отстойников (с гребковой мешалкой, горизонтальный для эмульсий, пылеосадительная камера).

40. Теоретические основы разделения неоднородных систем в осадительных центрифугах и циклонах. Фактор разделения.

41. Классификация центрифуг. Устройство и принцип действия осадительных центрифуг (периодической вертикальной, непрерывной горизонтальной шнековой).

42. Аппаратура для циклонных процессов (моно- и мультициклоны).

43. Разделение газовзвесей в электрическом поле. Конструкции электрофильтров

44. Основные закономерности и применение псевдооживленного («кипящего») слоя. Первая и вторая критические скорости псевдооживляющего агента.

45. Сущность фильтрования. Способы создания перепада давлений. Режимы и виды фильтрации. Сжимаемые и несжимаемые осадки. Стадии фильтрования. Основное уравнение фильтрования.

46. Устройство и принцип действия газовых фильтров.

47. Устройство и принцип действия барабанного вращающегося вакуум – фильтра. Стадии его работы.

48. Сущность центробежной фильтрации. Конструкции фильтрующих центрифуг (периодической вертикальной и непрерывной горизонтальной с пульсирующим поршнем).

49. Перемешивание в жидкой среде. Интенсивность и эффективность перемешивания. Способы перемешивания. Перемешивание механическими мешалками. Основные (лопастные, пропеллерные и турбинные) и специальные типы мешалок

50. Сущность теплообмена. Движущая сила процесса теплообмена. Основные способы теплообмена. Полный и удельный тепловой поток. Теплоотдача и теплопередача.

51. Основные температурные схемы и уравнения теплового баланса. Удельные массовые теплоемкость, теплоты конденсации и испарения.

52. Теплопередача через многослойную плоскую стенку. Основное уравнение теплопередачи. Коэффициенты теплоотдачи, теплопередачи и теплопроводности. Градиент температуры.

53. Греющие и охлаждающие теплоносители, их достоинства и недостатки.

54. Теплообменная аппаратура. Кожухотрубчатый теплообменный аппарат (одно- и многоходовой). Способы температурной компенсации.

55. Теплообменник типа «труба в трубе», греющие и охлаждающие «рубашки», регенераторы, смесительные конденсаторы, теплопровод (тепловая труба)

56. Сущность выпаривания. Первичный и вторичный пар. Выпаривание при атмосферном и повышенном давлении и под вакуумом. Одно- и

57. Схема и принцип действия однокорпусного выпарного аппарата.

58. Материальный и тепловой баланс однократного выпаривания.

59. Поверхность нагрева, полезная разность температур, температурные потери и температура кипения раствора при выпаривании.

60. Сущность искусственного охлаждения. Умеренное и глубокое охлаждение. Дросселирование, детандирование и регенеративный теплообмен.

61. Идеальная парокомпрессионная холодильная машина (ПКХМ). Обратный цикл Карно. Холодопроизводительность. Холодильный коэффициент.

62. Действительная парокомпрессионная холодильная машина (ПКХМ). Три ее отличия от идеальной ПКХМ. Термодинамический КПД действительной ПКХМ.

63. Хладагенты, основные требования к ним. Плюсы и минусы фреонов.

64. Сущность массообмена. Способы выражения состава фаз. Пересчет концентрации из массовых долей в мольные и наоборот.
65. Фазовое равновесие. Принцип Ле – Шателье. Равновесная линия процесса.
66. Материальный баланс и рабочая диаграмма массообмена. Рабочая линия процесса.
67. Механизм массообмена. Молекулярная, конвективная и турбулентная диффузия. Двухплечная модель массообмена.
68. Сущность перегонки. Законы Рауля и Дальтона. Первый закон Коновалова.
69. Сущность ректификации. Тепло- и массообмен на контактных устройствах.
70. Схема ректификационной установки. Укрепляющая и исчерпывающая части колонны.
71. Материальный баланс ректификационной колонны. Уравнение рабочей линии укрепляющей части колонны. Флегмовое число. Определение высоты колонны по числу тарелок.
72. Влияние флегмового числа на четкость разделения смеси, размеры и производительность колонны, расходы теплоносителей (греющего пара в кипятильнике и охлаждающей воды в дефлегматоре).
73. Тепловой баланс ректификационной колонны. Способы экономии тепловой энергии в ректификационной установке.
74. Разделение близкокипящих смесей. Экстрактивная ректификация. Схема установки.
75. Отклонения от закона Рауля. Второй и общий законы Коновалова. Правило Вревского (зависимость состава азеотропа от давления).
76. Азеотропная ректификация. Разделение смеси этанола с водой с добавлением бензола.
77. Сущность молекулярной дистилляции. Схема установки
78. Многокомпонентная ректификация. Схемы установок. Методы «ключевых» компонентов и «от тарелки к тарелке».
79. Сущность абсорбции. Законы Генри и Дальтона. Зависимость равновесной растворимости газа в жидкости от давления и температуры.
80. Материальный баланс противоточного абсорбера. Общий и удельный расходы абсорбента. Зависимость высоты и диаметра абсорбера от удельного расхода абсорбента.
81. Устройство и применение насадочных колонн. Плотность орошения. Задержка жидкости. Пристеночный эффект. Гидродинамические рабочие режимы.
82. Основные типы насадочных тел. Требования к насадкам. Регулярная и нерегулярная насадка. Размеры, эффективность и гидравлическое сопротивление насадок.
83. Устройство и применение тарельчатых колонн. Классификация тарелок. Гидродинамические режимы работы тарелок с переточными каналами.
84. Устройство, принцип действия и сравнительная характеристика колпачковых, клапанных, прямоточно-вихревых и других тарелок.
85. Сущность и применение экстракции. Схема установки. Коэффициенты распределения и разделения (селективности).
86. Треугольная диаграмма Гиббса. Правило рычага. Бинодальная кривая и хорды равновесия.
87. Одноступенчатая экстракция бинарных смесей. Расчет одноступенчатой экстракции по диаграмме Гиббса.
88. Многоступенчатая перекрестная и противоточная экстракция. Их иллюстрация на диаграмме состав-состав и сравнительная характеристика.
89. Классификация экстракторов. Одноступенчатый смесительно-отстойный и ящичный экстракторы. Гравитационные аппараты. Способы создания пульсации потоков. Роторно-дисковый и центробежный экстрактор.
90. Сущность сушки. Способы сушки. Формы связи влаги с материалом. Свободная и связанная влага.
91. Основные физические свойства и диаграмма Рамзина влажного воздуха.

92.Изображение конвективной сушки на диаграмме Рамзина. Идеальная и реальная сушилки.

93.Кинетика сушки. Влагосодержание материала. Опытная кривая и кривая скорости сушки.

94.Устройство и принцип действия конвективных сушилок (камерной, туннельной, барабанной, пневматической, распылительной, с «кипящим слоем»). Контактные сушилки.

95.Сущность мембранных процессов. Виды мембранных процессов. Проницаемость. Мембраны и требования к ним. Три теории мембранного разделения.

Критерии оценки уровня ответов на зачёте по дисциплине Б1.В.ДВ.03.02 «Тепло- и массообменное оборудование предприятий»

Уровень владения материалом бакалавров оценивается по пятибалльной шкале в соответствии с балльно - рейтинговой системой.

Критерии оценки	балл
Бакалавр имеет глубокие, системные знания по данной дисциплине, умеет на практике применять теоретические знания, понимает физическую суть процесса. Знает: а) закономерности гидростатики и гидродинамики; б) закономерности гидромеханических процессов; в) конструкции и принцип действия насосов, компрессоров, гидромеханических аппаратов. Умеет: выполнять сложные гидравлические и другие расчеты. Имеет навыки: решения сложных задач. На зачете дает логические обоснованные ответы на основные вопросы и уверенно отвечает на дополнительные вопросы.	36-40
Бакалавр владеет львиной долей программного материала, умеет решать практические задачи, но не до конца разобрался во всех вопросах. В основном знает: а) закономерности гидростатики и гидродинамики; б) закономерности гидромеханических процессов в) конструкции и принцип действия насосов, компрессоров, гидромеханических аппаратов. Умеет: выполнять средней сложности гидравлические и другие расчеты. Имеет навыки: решения несложных задач. На зачете достаточно уверенно отвечает на основные вопросы, не может ответить на незначительную часть дополнительных вопросов.	30-35
Бакалавр усвоил только часть программного материала, слабо решает практические задачи. Имеет общее представление о: а) закономерностях гидростатики и гидродинамики; б) закономерностях гидромеханических процессов в) конструкциях и принципах действия насосов, компрессоров, гидромеханических аппаратов. Не умеет: самостоятельно выполнять гидравлические и другие расчеты. Имеет навыки: решения простых задач. На зачете сбивчиво отвечает на основные вопросы, дает путанные ответы на дополнительные вопросы.	25-29
Бакалавр не усвоил львиную долю материала по данной дисциплине, отвечает с ошибками на основные вопросы, практически не может ответить на дополнительные вопросы, не имеет навыков решения задач.	0-24

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижекамский химико-технологический институт (филиал) федерального
государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Факультет механический

Кафедра процессов и аппаратов химических технологий

Направление подготовки: 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и
производств

Профиль/программа: Автоматизация технологических процессов и производств (по
отраслям)
Семестр 4,5*

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой _____ Д.Н. Латыпов

« ____ » _____ 20__ г.

**Деловая (ролевая) игра по дисциплине Б1.В.ДВ.03.02 «Тепло- и
массообменное оборудование предприятий»**

1. Тема (проблема). Качество получаемых в ректификационной колонне продуктов (дистиллята и кубового остатка) не удовлетворяет требованиям ГОСТа.

2. Концепция игры. Необходимо проанализировать причины снижения качества продуктов, установить наиболее вероятную причину ухудшения качества продуктов на основе анализа показаний приборов на панели управления в операторной и принять решение о способе (способах) воздействия на технологический процесс. Возможные причины изменения качества продуктов: изменение состава исходной смеси (питания) колонны, нарушения в работе насосов, изменение параметров греющего пара в подогревателе питания или кипятильнике, а также охлаждающей воды в дефлегматоре, изменение флегмового числа, скачки напряжения в электросети, изменение расходов греющего пара или охлаждающей воды, забивка тарелки (или ее части).

3. Роли: группа бакалавров делится на несколько бригад. В каждой бригаде есть начальник смены и два или три аппаратчика (оператора).

4. Ожидаемый (-ые) результат (-ы). Каждая бригада (смена) готовит письменные ответы, в которых излагаются решения об управляющем воздействии на технологический процесс (изменение флегмового числа, изменение расхода пара или воды и т.д.) Преподаватель знакомится с письменными ответами бригад, затем задает вопросы участникам деловой игры.

Уровень подготовки бакалавра по данной теме оценивается по десятибалльной шкале

Критерии оценки	Балл
Бакалавр глубоко понимает материал, активно участвует в деловой игре, дает аргументированные ответы на вопросы преподавателя	10
Бакалавр в целом представляет закономерности процесса, достаточно активно участвует в ролевой игре, иногда ошибается при ответе на вопросы преподавателя	8
Бакалавр недостаточно владеет материалом, в деловой игре участвует неактивно, на вопросы преподавателя отвечает с трудом	6
Бакалавр не справляется с ролью, в материале разбирается слабо, на вопросы преподавателя ответить не может	4

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижекамский химико-технологический институт (филиал) федерального
государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Факультет механический

Кафедра процессов и аппаратов химических технологий

Направление подготовки: 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и
производств

Профиль/программа: Автоматизация технологических процессов и производств (по
отраслям)

Семестр 4,5*

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой _____ Д.Н. Латыпов

« ____ » _____ 20__ г.

**Тесты по дисциплине Б1.В.ДВ.03.02 «Тепло- и массообменное
оборудование предприятий»**

Вариант №1

1. В гидравлике изучают:
 - а) законы равновесия твердых тел
 - б) законы движения плазмы
 - в) законы движения и равновесия жидкостей и газов
 - г) законы движения твердых тел
2. В ОПАХТ рассматривают:
 - а) химические процессы
 - б) ядерные процессы
 - в) нехимические процессы
 - г) биохимические процессы
3. Средняя скорость потока:
 - а) отношение массового расхода к эквивалентному диаметру
 - б) отношение объемного расхода жидкости к живому сечению потока
 - в) произведение гидравлического радиуса на смоченный периметр
 - г) отношение мольного расхода жидкости к ее плотности
4. Вязкость жидкости:
 - а) способность жидкости сопротивляться усилиям растяжения
 - б) свойство жидкости сопротивляться усилиям кручения
 - в) способность жидкости сопротивляться усилиям сжатия
 - г) свойство жидкости сопротивляться усилиям сдвига
5. Размерность коэффициента динамической вязкости:
 - а) Па*м
 - б) Па/с
 - в) Па*с
 - г) Н*м²
6. Размерность коэффициента кинематической вязкости:
 - а) м/с
 - б) Па*с
 - в) Н/с
 - г) м/с²
7. Циклон принципиально отличается от центрифуги:
 - а) по форме корпуса
 - б) размерами
 - в) отсутствием движущихся частей
 - г) материалом корпуса

8. Главный рабочий орган центрифуги:
- а) ротор
 - б) корпус
 - в) вал
9. Суспензия:
- а) взвесь капелек в газе
 - б) взвесь твердых частиц в газе
 - в) взвесь твердых частиц в жидкости
 - г) взвесь капелек одной жидкости в другой жидкости
10. Шероховатость поверхности трубы и пластины ведет к ... коэффициента теплоотдачи.
11. У жидкого однофазного теплоносителя наиболее сильно зависит от температуры ...
- а) плотность,
 - б) теплоемкость,
 - в) вязкость,
 - г) теплопроводность.
12. При наличии в паре неконденсирующихся газов коэффициент теплоотдачи резко уменьшается за счет образования слоя газа вблизи поверхности пленки, через который перенос пара осуществляется за счет ... механизма.
13. При пленочной конденсации пара термическое сопротивление в основном сосредоточено ...
- а) на охлаждаемой поверхности;
 - б) в пленке конденсата;
 - с) в паре.
14. Для осуществления процесса кипения необходимо выполнение двух условий: ... и ...
- а) наличие центров парообразования,
 - б) наличие пленки конденсата,
 - в) температура жидкости должна быть выше температуры насыщения пара,
 - г) раствор должен быть насыщенным,
 - д) должна быть организована вынужденная конвекция теплоносителя.
15. Диаметр парового пузырька в момент отрыва определяется из условий равенства архимедовой подъемной силы и силы ... , которая удерживает пузырек на стенке.
16. Основная часть спектра теплового излучения при температурах, применяемых в промышленной технологии, сосредоточена в диапазоне ... волн.
17. ... - аппараты для передачи тепла от одного теплоносителя к другому.
18. Равновесие при абсорбции описывается законом ...
- а) Рауля,
 - б) Дальтона,
 - в) Ньютона,
 - г) Генри.
19. Уравнение рабочей линии процесса абсорбции выводится на основе уравнения, описывающего тепловой баланс этого процесса,
- а) тепловой баланс процесса,
 - б) материальный баланс процесса,
 - в) равновесие между фазами,
 - г) распределение скоростей в фазах,
 - д) процесс массопередачи из фазы в фазу.
20. Рабочая линия процесса абсорбции расположена на «у-х» диаграмме ...
- а) выше линии равновесия,
 - б) ниже линии равновесия,
 - в) совпадает с линией равновесия,
 - г) пересекает линию равновесия.
21. Движущая сила массообменного процесса характеризует степень отклонения системы от равновесия и она равна разности между рабочей и ... концентрациями компонента.
22. Структура потока влияет на величину средней движущей силы массопередачи. Максимальная движущая сила для МИВ, минимальная для ...
- а) ЯМ,
 - б) МИП,

- в) ДМ.
23. ВЕП (высота единицы переноса) соответствует ... аппарата, эквивалентной одной единице переноса.
- а) высоте,
 - б) хорде,
 - в) площади.
24. Общее ЧЕП (число единиц переноса) характеризует изменение рабочей концентрации распределяемого компонента, приходящееся на единицу
- а) разности давлений
 - б) средней движущей силы,
 - в) разности температур,
 - г) массы,
 - д) напряжения сдвига.
25. ...- процесс извлечения одного или нескольких компонентов из растворов или твердых тел с помощью избирательных растворителей.
- а) выпаривание,
 - б) простая перегонка,
 - в) экстракция,
 - г) кристаллизация,
 - д) сушка.

Вариант №2

1. Давление в жидкости:
- а) сила, действующая на единицу массы
 - б) сила, действующая на единицу длины
 - в) сила, действующая на единицу площади
 - г) сила, действующая на единицу объема
2. Расход жидкости в трубопроводе:
- а) количество жидкости, проходящее через 1 км длины трубы за единицу времени
 - б) уменьшение количества жидкости в трубе за единицу времени
 - в) количество жидкости, протекающей через поперечное сечение трубы за единицу времени
3. Импульс жидкости:
- а) произведение массы жидкости на ее давление
 - б) произведение объема жидкости на ее вязкость
 - в) произведение массы жидкости на ее скорость
 - г) отношение объемного расхода жидкости к ее давлению
4. Критическое значение критерия Рейнольдса для прямых гладких труб:
- а) 1500
 - б) 2320
 - в) 3600
 - г) 4700
5. В ламинарном потоке частицы жидкости движутся:
- а) вращательно
 - б) беспорядочно
 - в) по параллельным траекториям
6. Напор – механическая энергия:
- а) единицы массы жидкости
 - б) единицы веса жидкости
 - в) единицы объема жидкости
 - г) одного моля жидкости.
7. Эмульсия:
- а) взвесь твердых частиц в газе
 - б) взвесь твердых частиц в жидкости
 - в) взвесь капелек одной жидкости в другой жидкости
 - г) взвесь капелек жидкости в газе
8. Движущая сила электроосаждения:

- а) сила Лоренца
- б) сила Кулона
- в) сила Ампера
- 9.** Движущая сила отстаивания:
 - а) сила Кулона
 - б) разность плотностей фаз
 - в) разность давлений
 - г) сила Ампера

10. Возможность получения более высоких рабочих температур, чем при конденсации насыщенного водяного пара, при низких ... является основным преимуществом ВОТ (высокотемпературных органических теплоносителей)

- а) энтальпиях,
- б) давлениях,
- в) температурах,
- г) плотностях
- д) теплопроводностях.

11. В качестве прямых источников тепловой энергии на предприятиях химической промышленности используются топочные (дымовые) газы и электрическая энергия. В промышленности наибольшее распространение получили электропечи... .

- а) индукционные,
- б) сопротивления,
- в) высокочастотные,
- г) дуговые.

12. На химических предприятиях градирни и используются для охлаждения

- а) раствора солей,
- б) низкотемпературной плазмы,
- в) оборотной воды,
- г) кислорода,
- д) окислов азота,
- е) сточных вод.

13. Теплообменники, в которых тепло от горячих теплоносителей к холодным (или наоборот) передается через разделяющую их стенку, называются

- а) смесительными,
- б) регенеративными,
- в) рекуперативными.

14. Установите последовательность расчета теплообменника:

- а) гидравлический расчет аппарата,
- б) технико-экономический расчет,
- в) выбор конструкции теплообменника,
- г) тепловой расчет теплообменника,
- д) конструктивный расчет аппарата.

15. Процесс концентрирования растворов твердых нелетучих веществ путем удаления летучего растворителя в виде паров называется

- а) сушкой,
- б) выпариванием,
- в) осушением,
- г) кристаллизацией,
- д) выщелачиванием,
- е) перегонкой.

16. Смесительные теплообменники используются в тех случаях, когда по технологическим условиям допустимо ... рабочих сред.

17. Раствор, содержащий при данных условиях предельное количество растворенного вещества, называется

18. В противоточных выпарных установках между ступенями ставят насосы. Такие схемы используются для растворов с быстро растущей ... при повышении их концентрации.

19. ...- процесс, в котором движущей силой является не разность концентраций компонента в фазах, а отличие рабочей концентрации компонента от равновесного значения.

20. ... - процесс переноса вещества внутри фазы: из ядра потока к границе раздела фаз и наоборот.

21. ... - процесс переноса вещества из одной фазы в другую через границу раздела фаз в направлении достижения равновесия.

22. Существование данной фазы в системе или равновесие фаз определяется правилом фаз, или законом равновесия фаз

- а) Гиббса,
- б) Рауля,
- в) Генри,
- г) Ньютона.

23. Фазовое равновесие определяется тремя параметрами: ..., ... и

- а) состав (концентрация),
- б) энтальпия,
- в) плотность,
- г) температура,
- д) давление,
- е) вязкость,
- ё) теплопроводность,
- ж) теплоемкость.

24. Равновесие при абсорбции описывается законом ...

- а) Рауля,
- б) Дальтона,
- в) Ньютона,
- г) Генри.

25. Уравнение рабочей линии процесса абсорбции выводится на основе уравнения, описывающего

- а) тепловой баланс этого процесса,
- б) материальный баланс этого процесса,
- в) равновесие между фазами,
- г) распределение скоростей в фазах,
- д) процесс массопередачи из фазы в фазу.

Вариант №3

1. Поршень в насосе движется:

- а) вращательно,
- б) возвратно-поступательно,
- в) поступательно.

2. Барботаж:

- а) движение капелек в потоке газа
- б) движение пузырьков в слое жидкости
- в) унос жидкости из слоя насадки

3. Кавитация:

- а) распыление жидкости в потоке газа
- б) диспергирование одной жидкости в другой жидкости
- в) захлопывание пузырьков в жидкости.

4. Как изменяется критическое значение критерия Рейнольдса для течения жидкости в прямых гладких трубах при наличии вибрации?

- а) не изменяется,
- б) увеличивается,
- в) проходит через максимум,
- г) падает.

5. Какие 2 типа компрессоров используют для создания глубокого вакуума?

- а) осевые,
- б) ротационные,
- в) центробежные,
- г) поршневые.

6. Движущая сила фильтрования:

- а) разность плотностей,
- б) разность импульсов,
- в) перепад давлений,
- г) сила инерции жидкости.

7. Циклон принципиально отличается от центрифуги:

- а) по форме корпуса;
- б) размерами;
- в) отсутствием движущихся частей;
- г) материалом корпуса.

8. Главный рабочий орган центрифуги:

- а) ротор;
- б) корпус;
- в) вал.

9. У жидкого однофазного теплоносителя наиболее сильно зависит от температуры

- а) плотность,
- б) теплоемкость,
- в) вязкость,
- г) теплопроводность.

10. При наличии в паре неконденсирующихся газов коэффициент теплоотдачи резко уменьшается за счет образования слоя газа вблизи поверхности пленки, через который перенос пара осуществляется за счет ... механизма.

11. При пленочной конденсации пара термическое сопротивление в основном сосредоточено

- а) на охлаждаемой поверхности;
- б) в пленке конденсата;
- в) в паре.

12. Экстракционный аппарат состоит из

- а) брызгоуловителя и теплообменника,
- б) конденсатора и воздухоудовки,
- в) аппарата с мешалкой и отстойника,
- г) центрифуги и аппарата с мешалкой.

13. Пульсаторы в экстракторах применяются с целью:

- а) улучшения сепарации фаз на выходе,
- б) улучшения подвода тепла в аппарат,
- в) увеличения поверхности контакта фаз и коэффициента массопередачи.
- г) изменения равновесной концентрации компонентов.

14. Изотерма экстракции – это:

- а) рабочая линия на «у-х» диаграмме,
- б) линия равновесия на «у-х» диаграмме при $t = \text{const}$,
- в) одна из сторон треугольной диаграммы,
- г) конода,
- д) бинодальная кривая.

15. Уравнение рабочей линии процесса абсорбции выводится на основе уравнения, описывающего:

- а) тепловой баланс этого процесса,
- б) материальный баланс этого процесса,
- в) распределение концентраций в фазах,
- г) распределение скоростей в фазах,
- д) процесс массопередачи из фазы в фазу.

16. Рабочая линия процесса абсорбции расположена на «у-х» диаграмме

- а) выше линии равновесия
- б) ниже линии равновесия,
- в) совпадает с линией равновесия,
- г) пересекает линию равновесия.

17. В противоточных тарельчатых абсорберах со сливными устройствами (вертикальные цилиндрические колонны) реализуются пузырьковый, пенный, провальный и струйный режимы. Какой режим наиболее рационален?

- а) режим эмульгирования,
 - б) режим подвисяния,
 - в) критический режим,
 - г) режим захлёбывания.
- 18.** Экстрактивную ректификацию осуществляют с добавлением к исходной смеси ...
- а) инертного компонента,
 - б) экстрагирующего агента,
 - в) воздуха,
 - г) разделяющего агента.
- 19.** ... - процесс извлечения одного или нескольких компонентов из растворов или твердых тел с помощью избирательных растворителей.
- а) выпаривание,
 - б) простая перегонка,
 - в) экстракция,
 - г) кристаллизация,
 - д) сушка.
- 20.** Экстракт это ...
- а) избирательный растворитель,
 - б) раствор целевого вещества, извлекаемого из разделяемой смеси избирательным растворителем,
 - г) остаток исходного раствора после процесса экстрагирования.
- 21.** ... - это процесс диффузионного разделения компонентов смеси (раствора) пропусканием через мембрану за счет разности концентрации разделяемого компонента.
- 22.** Рабочая линия процесса десорбции расположена на «у-х» диаграмме ...
- а) выше линии равновесия,
 - б) ниже линии равновесия,
 - в) совпадает с линией равновесия,
 - г) пересекает линию равновесия.
- 23.** Чем выше давление в аппарате, тем ... температура кипения жидкой смеси.
- 24.** В первом периоде – периоде постоянной скорости сушки из материала удаляют ...
- а) связанную влагу,
 - б) свободную влагу,
 - в) адсорбционную влагу,
 - г) осмотическую влагу.
- 25.** Скорость сушки – это ...
- а) изменение влажности материала за единицу времени,
 - б) количество тепла, подводимое на испарение влаги из материала в единицу времени,
 - в) масса водяного пара, приходящегося на 1 кг абсолютного сухого воздуха,
 - г) изменение массы высушиваемого материала в течении времени сушки.

Вариант №4

- 1.** Внешняя задача гидравлики-течение жидкости
 - а) в трубах и каналах,
 - б) через зернистый слой,
 - в) в неограниченной жидкой среде или обтекание ей твёрдого тела.
- 2.** ...-субстанции, это количество субстанции переносимое за единицу времени через единицу поверхности за счет различных механизмов переноса.
- 3.** Напор - это удельная механическая энергия единицы ... жидкости. Общий напор потока жидкости, являющийся суммой трех видов напора (геометрического, скоростного и пьезометрического), для данного сечения потока величина
- 4.** ... - объект, отражающий свойства оригинала и заменяющий его при проведении исследований.
- 5.** ...- изучение объекта с помощью замещающей его модели, включающей построение модели, ее исследование и перенос полученных результатов на объект – оригинал
- 6.** Какие критерии характеризуют подобие гидромеханических процессов?
Re, Fo, Re, Fr, Ho, Nu, Eu.

7. Установите традиционную последовательность проектирования и изготовления крупных промышленных установок.

а) проектирование, изготовление и исследование полупромышленной установки, коррекция критериального уравнения;

б) проектирование и изготовление промышленной установки;

в) изготовление и исследование модели, получение критериального уравнения;

г) изготовление и исследование пилотной установки, коррекция критериального уравнения.

8. Отсчёт избыточного давления начинается с ... давления вверх неограниченно, а вакуума- вниз до абсолютного нуля

9. ...- процесс разделения, при котором взвешенные в среде твердые или жидкие частицы отделяются от сплошной фазы под действием массовых сил.

10. ...- процесс разделения неоднородной системы с помощью пористой перегородки. Движущей силой процесса является разность давлений.

11. Для противоточных аппаратов (жидкость движется вниз, газ – вверх) с увеличением скорости газа может наступить экстремальная ситуация, называемая...

12. - система, состоящая из газа и распределенных в нем твердых частиц размером более 5 мкм.

13. ... - система, состоящая из газа и распределенных в нем твердых частиц размером менее 5 мкм, образующаяся при горении.

14. Критерий Фруда характеризует отношение сил ... и ... в потоке жидкости.

15. В химической технологии применяются в основном два гидромеханических метода разделения неоднородных систем: ... и

16. Смесительные теплообменники используются в тех случаях, когда по технологическим условиям допустимо ... рабочих сред.

17. Раствор, содержащий при данных условиях предельное количество растворенного вещества, называется

18. В противоточных выпарных установках между ступенями ставят насосы. Такие схемы используются для растворов с быстро растущей ... при повышении их концентрации.

19. ... - это процесс образования твердой фазы в виде кристаллов из растворов и расплавов, а также из газов и паров.

20. В промышленности используют два основных метода кристаллизации:

... , в котором перенасыщение раствора достигается удалением части растворителя путем выпаривания при постоянной концентрации (температура постоянная);

.... , при котором перенасыщение раствора достигается охлаждением раствора при сохранении массы растворителя.

21. После прекращения выделения кристаллов раствор становится насыщенным. Такой раствор называют

а) остаточным,

б) маточным,

в) метастабильным,

г) лабильным.

22. От других процессов разделения с межфазным переносом вещества мембранные процессы отличает наличие ..., разделяющей в пространстве фазы, участвующие в процессе массообмена.

а) межфазной поверхности,

б) полупроницаемой перегородки (мембраны),

в) разделяющей стенки,

г) перепада температуры,

д) возрастания энтальпии фаз.

23. Приведите в соответствие элементы 1 и 2 групп.

1.1. Твердое пористое тело.

1.2. Поглощаемое вещество, находящееся в газе или жидкости.

1.3. Вещество, поглощаемое из газа или жидкости.

- 2.1. Адсорбат.
- 2.2. Адсорбент.
- 2.3. Абсорбтив.

24. Диаграмма состояния влажного воздуха Рамзина построена в координатах Н-х. Еще какие параметры влажного воздуха можно определить по этой диаграмме?

- а) энтропию,
- б) температуру,
- в) парциальное давление водяного пара,
- г) относительная влажность,
- д) абсолютную влажность.

25. Сушка, при которой материал высушивается в поле токов высокой частоты:

- а) сублимационная,
- б) конвективная,
- в) контактная,
- г) терморadiационная,
- д) диэлектрическая.

Критерии оценки уровня ответов на тестировании по дисциплине Б1.В.ДВ.03.02 «Тепло- и массообменное оборудование предприятий»

Результаты тестирования оцениваются по сто балльной шкале. За каждый правильный ответ-4 балла, за неправильный ответ-0 баллов. Набранная сумма баллов переводится на десятибалльную шкалу:

$$\text{Баллы БРС} = (\text{баллы тестирования} / 100) * 10.$$

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижекамский химико-технологический институт (филиал) федерального
государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Факультет механический

Кафедра процессов и аппаратов химических технологий

Направление подготовки: 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и
производств

Профиль/программа: Автоматизация технологических процессов и производств (по
отраслям)

Семестр 4,5*

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой _____ Д.Н. Латыпов

« _____ » _____ 20__ г.

Темы рефератов
по дисциплине Б1.В.ДВ.03.02 «Тепло- и массообменное
оборудование предприятий»

1. Компрессорные машины.
1. Аппараты для мокрого пылеулавливания.
2. Струйные насосы.
3. Циклоны.
4. Жидкостные фильтры.
5. Газовые фильтры.
6. Электрофильтры.
7. Осадительные центрифуги.
8. Фильтрующие центрифуги.
9. Механические мешалки.
10. Аппараты с «кипящим» слоем.
11. Трубчатые печи.
12. Пленочные аппараты.
13. Насадочные колонны.
14. Тарельчатые колонны.
15. Выпарные аппараты.
16. Азеотропная ректификация.
17. Экстрактивная ректификация.
18. Молекулярная дистилляция.
19. Адсорбция.
20. Конструкции конвективных сушилок.
21. Конструкции контактных сушилок.
22. Конструкции терморadiaционных сушилок.
23. Конструкции высокочастотных сушилок.
24. Конструкции сублимационных сушилок.
25. Аппараты для мембранных процессов.

Критерии оценки	Балл
Актуальность темы	1
Полнота раскрытия темы	1
Наличие собственной точки зрения	2
Наличие презентации	2
Логичность и последовательность изложения	2
Отсутствие ошибочных или противоречивых положений	2
<i>Итого</i>	<i>10</i>

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижекамский химико-технологический институт (филиал) федерального
государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Факультет механический

Кафедра процессов и аппаратов химических технологий

Направление подготовки: 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и
производств

Профиль/программа: Автоматизация технологических процессов и производств (по
отраслям)

Семестр 4,5*

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой _____ Д.Н. Латыпов

« _____ » _____ 20__ г.

**Комплект заданий для контрольной работы
по дисциплине Б1.В.ДВ.03.02 «Тепло- и массообменное
оборудование предприятий»**

Решить 6 задач: 2- по гидравлике, 2-по теплообмену и 2- по массообмену. Обязателен библиографический список. Номер варианта-по последним цифрам номера зачётки. Условия задач писать полностью. Решать только вариант (а).

Номера по порядку	Номера задач
1	1, 29
2	4, 15
3	9, 22
4	6, 27
5	3, 13
6	5, 15
7	10, 30
8	11, 14
9	2, 28
10	7, 17
11	8, 16
12	3, 12
13	13, 22
14	19, 24
15	18, 20
16	2, 23
17	20, 28
18	16, 24
19	11, 13
20	10, 23
21	14, 25

22	19, 26
23	6,27
24	5, 15
25	17, 30
26	12, 21

Задачи по гидравлике

Задача 1. Разрежение в аппарате измеряется U-образным тягомером, заполненным серной кислотой плотностью 1800 кг/м³. Показание тягомера 3 см. Найти абсолютное давление в аппарате в Па, если барометрическое давление В мм рт.ст. а) В=740 мм рт.ст, б) В=745 мм рт.ст, в) В=750 мм рт.ст, г) В=755 мм рт.ст, д) В=760 мм рт.ст, е) В=765 мм рт.ст.

Задача 2. Манометр на трубопроводе, заполненном жидкостью плотностью ρ кг/м³, показывает давление 0,18 кг/м³. На какую высоту h над точкой присоединения манометра поднимается в открытом пьезометре жидкость, находящаяся в трубопроводе. а) $\rho = 800$ кг/м³, б) $\rho = 850$ кг/м³, в) $\rho = 900$ кг/м³, г) $\rho = 1000$ кг/м³, д) $\rho = 1050$ кг/м³, е) $\rho = 1100$ кг/м³.

Задача 3. На малый поршень диаметром 40 мм ручного гидравлического пресса действует сила 589 Н (60 кгс). Пренебрегая потерями, определить силу, действующую на прессуемое тело, если диаметр большого поршня D мм.

а) D=200 мм, б) D=250 мм, в) D=300 мм, г) D=350 мм, д) D=400 мм, е) D=450 мм.

Задача 4. Динамический коэффициент вязкости жидкости при 500 С 30 мПа•с. Относительная плотность жидкости А. Определить кинематический коэффициент вязкости. а) A=0,8; б) A=0,85; в) A=0,90; г) A=0,95; д) A=1,0; е) A=1,05;

Задача 5. Холодильник состоит из 19 труб диаметром 20x2 мм. В трубное пространство холодильника поступает вода по трубопроводу диаметром 57x3,5 мм. Скорость воды в трубопроводе ω м/с. Определить скорость воды в трубах холодильника а) $\omega=0,8$ м/с, б) $\omega=1$ м/с, в) $\omega=1,2$ м/с, г) $\omega=1,4$ м/с, д) $\omega=1,6$ м/с, е) $\omega=1,8$ м/с.

Задача 6. По трубам теплообменника, состоящего из 379 труб диаметром 16x1,5 мм, проходит азот в количестве V м³/ч (при 00 С и 760 мм рт.ст) под давлением Ризб=3 кгс/см² (0,3 МПа). Азот входит в теплообменник при 1200 С, выходит при 300 С. Определить скорость азота в трубах теплообменника на входе и на выходе: а) V=5800 м³/ч, б) V=6000 м³/ч, в) V=6200 м³/ч, г) V=6400 м³/ч, д) V=6600 м³/ч, е) V=6800 м³/ч.

Задача 7. Выразить в общем виде гидравлический радиус при напорном течении: а) для кольцевого сечения; б) для квадратного сечения; в) для прямоугольного сечения; г) для круглого сечения; д) для ромбического сечения; е) для равностороннего треугольника.

Задача 8. Определить режим течения воды в кольцевом пространстве теплообменника типа «труба в трубе». Наружная труба 96x3,5мм, внутренняя 57x3 мм, расход воды V м³/ч, кинематический коэффициент вязкости воды 10-6 м²/с: а) V=1,8 м³/ч; б) V=2,2 м³/ч; в) V=2,6 м³/ч; г) V=3,0 м³/ч; д) V=3,4 м³/ч; е) V=4,0 м³/ч.

Задача 9. Определить местную скорость на оси трубопровода диаметром 57x3,5 мм при протекании по нему воды в количестве V м³/ч. Кинематический коэффициент вязкости воды 10-6 м²/с. а) V=0,2 м³/ч; б) V=0,4 м³/ч; в) V=0,6 м³/ч; г) V=0,8 м³/ч; д) V=1 м³/ч; е) V=1,2 м³/ч.

Задача 10. Насос перекачивает жидкость плотностью ρ кг/м³. Показание манометра на нагнетательном трубопроводе 1,8 кгс/см² (0,18 МПа), показание вакуумметра (разрежение) на всасывающем трубопроводе перед насосом 29 мм рт. ст. Манометр присоединен на 0,5 м выше вакуумметра. Диаметры всасывающего и нагнетательного трубопровода одинаковы. Какой напор развивает насос? а) $\rho=800$ кг/м³, б) $\rho=850$ кг/м³, в) $\rho=900$ кг/м³, г) $\rho=1000$ кг/м³, д) $\rho=1050$ кг/м, е) $\rho=1100$ кг/м³.

Задача 11. Насос перекачивает жидкость плотностью ρ кг/м³ из резервуара с атмосферным давлением в аппарат, давление в котором $R_{изб}=37$ кгс/см², или 3,7 МПа. Высота подъема 16 м. Общее сопротивление всасывающей и нагнетательной линий 65,5 м. Определить полный напор насоса. а) $\rho=800$ кг/м³, б) $\rho=840$ кг/м³, в) $\rho=880$ кг/м³, г) $\rho=920$ кг/м³, д) $\rho=960$ кг/м³, е) $\rho=1020$ кг/м³.

Задача 12. Определить КПД насосной установки. Насос подает 380 дм³/мин жидкости относительной плотности A . Полный напор 30,8 м. Потребляемая двигателем мощность 2,5 кВт. а) $A=0,83$; б) $A=0,86$; в) $A=0,90$; г) $A=0,95$; д) $A=1,02$; е) $A=1,08$;

Задача 13. Производительность насоса 14 дм³/с жидкости относительной плотности A . Полный напор 58 м, КПД насоса 0,64, КПД передачи 0,97, КПД электродвигателя 0,95. Какой мощности двигатель надо установить? а) $A=0,85$;

б) $A=0,91$; в) $A=0,97$; г) $A=1,03$; д) $A=1,08$; е) $A=1,12$;

Задача 14. По трубе диаметром 37х3,5 мм течет жидкость со скоростью ω . За сколько минут можно заполнить емкость объемом 10 м³? а) $\omega=1$ м/с,

б) $\omega=1,3$ м/с, в) $\omega=1,7$ м/с, г) $\omega=2,1$ м/с, д) $\omega=2,3$ м/с, е) $\omega=2,5$ м/с.

Задача 15. при каком массовом расходе воды в трубе диаметром 25х2 мм будет наблюдаться развитый турбулентный режим? Плотность воды $\rho=1000$ кг/м³. Вязкость воды ν м²/с. а) $\nu=0,6 \times 10^{-6}$ м²/с, б) $\nu=0,8 \times 10^{-6}$ м²/с, в) $\nu=1,0 \times 10^{-6}$ м²/с,

г) $\nu=1,2 \times 10^{-6}$ м²/с, д) $\nu=1,4 \times 10^{-6}$ м²/с, е) $\nu=1,6 \times 10^{-6}$ м²/с.

Задача 16. Объем домашней ванны 0,35 м³. Вода подается в неё по трубопроводу диаметром 12 мм. Определить режим движения воды в трубе, если ванна заполняется водой за τ мин. а) $\tau=10$ мин, б) $\tau=13$ мин, в) $\tau=16$ мин, г) $\tau=20$ мин, д) $\tau=25$ мин, е) $\tau=30$ мин. Вязкость воды $\nu=10^{-6}$ м²/с.

Задача 17. В аппарате имеется люк диаметром 500 мм. Найти силу давления жидкости на крышку люка, если высота столба жидкости над центром люка 1500 мм. Избыточное давление над слоем жидкости 0,5 МПа. Плотность жидкости ρ . а) $\rho=800$ кг/м³, б) $\rho=840$ кг/м³, в) $\rho=870$ кг/м³, г) $\rho=920$ кг/м³, д) $\rho=960$ кг/м³, е) $\rho=1030$ кг/м³.

Задача 18. Труба диаметром 100 мм, по которой движется воздух со скоростью 15 м/с, разветвляется на две трубы диаметром d . а) $d=45$ мм, б) $d=50$ мм, в) $d=55$ мм, г) $d=60$ мм, д) $d=65$ мм, е) $d=70$ мм. Найти скорость воздуха в ответвлениях.

Задача 19. За какое время заполнится емкость на 200 л, если в неё поступает вода по трубе диаметром 20 мм со скоростью ω ? а) $\omega=1,0$ м/с, б) $\omega=1,5$ м/с,

в) $\omega=1,6$ м/с, г) $\omega=1,9$ м/с, д) $\omega=2,2$ м/с, е) $\omega=2,5$ м/с.

Задача 20. По каналу сечением 200х300 мм движется воздух со скоростью ω . Найти критерий Рейнольдса, если вязкость воздуха $1,5 \times 10^{-5}$ м²/с. а) $\omega=10$ м/с, б) $\omega=12$ м/с, в) $\omega=14$ м/с, г) $\omega=16$ м/с, д) $\omega=18$ м/с, е) $\omega=20$ м/с.

Задача 21. Найти массовый расход воздуха с вязкостью $1,8 \times 10^{-5}$ Па и плотностью 1,2 кг/м³ через трубу диаметром d , при котором будет достигнут развитый турбулентный режим. а) $d=200$ мм, б) $d=250$ мм, в) $d=300$ мм, г) $d=350$ мм, д) $d=400$ мм, е) $d=450$ мм.

Задача 22. Избыточное давление в аппарате диаметром 3 м $R_{изб}$. Высота слоя воды в аппарате 5 м. Плотность воды $\rho=1000$ кг/м³. Найти силу давления на нижнюю крышку. а) $R_{изб}=2$ атм; б) $R_{изб}=2,5$ атм; в) $R_{изб}=3$ атм; г) $R_{изб}=3,5$ атм; д) $R_{изб}=4$ атм; е) $R_{изб}=4,5$ атм.

Задача 23. В ёмкости с водородом имеется разрежение (вакуум) $P_{вак}$ и поддерживается температура 800С. Найти плотность водорода, если барометрическое давление 745 мм рт ст.: а) $P_{вак}=100$ мм рт ст. б) $P_{вак}=150$ мм рт ст.

в) $P_{вак}=200$ мм рт ст. г) $P_{вак}=250$ мм рт ст. д) $P_{вак}=300$ мм рт ст. е) $P_{вак}=400$ мм рт ст.

Задача 24. Через трубу диаметром d и длиной L подается 3,6 тыс. м³/ч воздуха. Во сколько раз надо увеличить напор вентилятора для подачи V м³/ч воздуха? Коэффициент гидравлического трения λ постоянен. Потеря напора на трение

пропорциональна квадрату скорости воздуха: а) $V=4000$ м³/ч; б) $V=4500$ м³/ч; в) $V=5000$ м³/ч; г) $V=5500$ м³/ч; д) $V=6000$ м³/ч; е) $V=6500$ м³/ч.

Задача 25. Скоростной напор воды в трубе диаметром 50 мм равен $h_{ск}$, найти массовый расход воды, принимая локальную скорость за среднюю. Плотность воды 1000 кг/м³. а) $h_{ск}=10$ мм, б) $h_{ск}=15$ мм, в) $h_{ск}=18$ мм, г) $h_{ск}=22$ мм, д) $h_{ск}=26$ мм, е) $h_{ск}=30$ мм.

Задача 26. Найти плотность этана (C_2H_6) при температуре 100 °С и избыточном давлении Ризб, если барометрическое давление равно 750 мм рт. ст.: а) Ризб=10 кПа; б) Ризб=25 кПа; в) Ризб=40 кПа; г) Ризб=60 кПа; д) Ризб=80 кПа; е) Ризб=120 кПа.

Задача 27. Найти диаметр трубы для заполнения емкости 60 м³ за τ мин. Скорость воды 2 м/с: а) $\tau=10$ мин, б) $\tau=12$ мин, в) $\tau=14$ мин, г) $\tau=16$ мин, д) $\tau=18$ мин, е) $\tau=20$ мин.

Задача 28. По трубе диаметром d и длиной L перекачивается 5 м³/ч воды. Во сколько раз изменится гидравлическое сопротивление при увеличении расхода воды до V м³/ч, если коэффициент гидравлического трения постоянен, а потеря напора на трение пропорциональна квадрату скорости воды? а) $V=6$ м³/ч; б) $V=8$ м³/ч; в) $V=10$ м³/ч; г) $V=12$ м³/ч; д) $V=14$ м³/ч; е) $V=16$ м³/ч.

Задача 29. По трубопроводу внутренним диаметром 200 мм, длиной 1000 м передается водород в количестве G кг/ч. Среднее абсолютное давление в сети 1530 мм рт. ст. Температура газа 27 °С. Определить потерю давления на трение: а) $G=75$ кг/ч, б) $G=85$ кг/ч, в) $G=95$ кг/ч, г) $G=100$ кг/ч, д) $G=110$ кг/ч, е) $G=120$ кг/ч. Коэффициент гидравлического трения $\lambda = 0,03$.

Задача 30. Скорость струи на выходе из диффузора горизонтального водоструйного насоса ω м/с. Вода выходит из диффузора под атмосферным давлением. Диаметр выходного отверстия диффузора (сечение II) 62 мм, диаметр отверстия сопла (сечение I) 30 мм. Используя уравнение Бернулли, определить теоретическую высоту H , на которую может быть поднята откачиваемая из открытой емкости вода, а) $\omega=1,4$ м/с, б) $\omega=1,6$ м/с, в) $\omega=1,8$ м/с, г) $\omega=2,0$ м/с, д) $\omega=2,2$ м/с.

Задачи по теплообмену.

Задача 1. В теплообменнике G т/ч ацетона охлаждают от 50 °С до 30 °С водой, нагревающейся от 20 °С до 30 °С. Найти расход воды и коэффициент теплопередачи при поверхности теплопередачи 9 м². Теплоёмкость ацетона 2263 Дж/(кг·К), а) $G = 4$ т/ч, б) $G = 6$ т/ч, в) $G = 8$ т/ч, г) $G = 5$ т/ч, д) $G = 7$ т/ч, е) $G = 9$ т/ч.

Задача 2. В конденсаторе с поверхностью теплообмена 142 м² конденсируется пары толуола при температуре 110 °С. Вода в количестве V м³/ч нагревается от 20 до 45 °С. Найти средний температурный напор, тепловую нагрузку и коэффициент теплопередачи. Теплоёмкость воды 4190 Дж/(кг·К), а) $V=10$ м³/ч, б) $V=15$ м³/ч, в) $V=20$ м³/ч, г) $V=12,5$ м³/ч, д) $V=17,5$ м³/ч, е) $V=22,5$ м³/ч

Задача 3. В реакторе протекает реакция с выделением Q кВт тепловой энергии. Тепло отводится водой, проходящей по трубкам диаметром 20х2 мм и нагревающейся от 35 °С до 45 °С. Определить расход воды и число труб, при котором будет обеспечен развитый турбулентный режим её течения. Теплоёмкость воды 4190 Дж/(кг·К). Вязкость воды 10-6 м²/с, а) $Q = 100$ кВт, б) $Q = 120$ кВт, в) $Q = 150$ кВт, г) $Q = 110$ кВт, д) $Q = 130$ кВт, е) $Q = 140$ кВт.

Задача 4. В теплообменнике со 111 трубками диаметром 25х2 мм и длиной 4м необходимо нагреть воду от 15 °С до 42 °С. Нагрев осуществляется водяным паром, конденсирующимся при 120°С. Найти расход воды, если коэффициент теплопередачи $K = (Вт/м^2 \times К)$, Теплоемкость воды 4190 Дж/(кг·К), а) $K=1400$ Вт/(м²·К), б) $K=1700$ Вт/(м²·К), в) $K=2000$ Вт/(м²·К), г) $K=1200$ Вт/(м²·К), д) $K=1500$ Вт/(м²·К), е) $K=1850$ Вт/(м²·К).

Задача 5. Чайник массой 1 кг с двумя литрами воды и температурой 20 °С поставили на газовую плиту. Через τ мин вода закипела. За какое время при таком же подводе тепла выкипит 15% воды? Теплоемкость стали 500 Дж/(кг × К), теплоемкость воды 4190 Дж/(кг × К), теплота парообразования воды 2260 кДж/кг, а) $\tau = 8$ мин, б) $\tau = 12$ мин, в) $\tau = 15$ мин, г) $\tau = 10$ мин, д) $\tau = 13,5$ мин, е) $\tau = 17$ мин.

Задача 6. В теплообменнике при температуре 117,7 °С конденсируются G кг/мин паров бутилового спирта. Вода проходит по трубкам 25 × 2 мм и нагревается от 25 °С до 43 °С. Найти расход воды и число трубок, при котором будет наблюдаться турбулентный режим её течения. Теплота конденсации бутилового спирта 589 Дж/кг, теплоемкость воды 4190 Дж/(кг × К), вязкость воды 10-6 м²/с. а) $G = 60$ кг/мин, б) $G = 90$ кг/мин, в) $G = 120$ кг/мин.

г) $G = 70$ кг/мин, д) $G = 80$ кг/мин, е) $G = 115$ кг/мин.

Задача 7. В межтрубном пространстве испарителя конденсируется водяной пар при температуре 120 °С. В трубном пространстве кипит бензол при температуре 80 °С. Коэффициент теплоотдачи для пара 10 кВт/(м² × К), а для бензола 1 кВт/(м² × К). Найти температуру стенки со стороны пара и со стороны бензола при коэффициенте теплопередачи $K = W/(m^2 \times K)$, а) $K = 300$ Вт/(м² × К), б) $K = 500$ Вт/(м² × К), в) $K = 800$ Вт/(м² × К), г) $K = 200$ Вт/(м² × К), д) $K = 400$ Вт/(м² × К), е) $K = 600$ Вт/(м² × К).

Задача 8. G кг/ч хлороформа необходимо нагреть от -10 °С до 61 °С насыщенным водяным паром с температурой конденсации 100 °С. Можно ли для этого использовать теплообменник с 37 трубками диаметром 25 × 2 мм длиной 2 м при коэффициенте теплопередачи 250 Вт/(м² × К)? Теплоемкость хлороформа 965 Дж/(кг × К), а) $G = 4000$ кг/ч, б) $G = 5000$ кг/ч, в) $G = 6000$ кг/ч, г) $G = 3000$ кг/ч, д) $G = 7000$ кг/ч, е) $G = 8000$ кг/ч.

Задача 9. В теплообменнике при температуре 85 °С конденсируются пары бензола, а вода нагревается от 34 °С до 44 °С. Теплообменник имеет n трубок диаметром 25 × 2 мм, по которым проходит вода. Найти средний температурный напор и расход воды, обеспечивающий развитый турбулентный режим её течения. Вязкость воды 10-6 м²/с, а) $n = 206$ шт., б) $n = 257$ шт., в) $n = 384$ шт., г) $n = 747$ шт., б) $n = 666$ шт, в) $n = 1048$ шт.

Задача 10. В холодильнике при температуре -6 °С испаряется G кг/мин хладона -12. Сколько льда в нем можно получить за сутки из воды с температурой 20 °С. Теплоемкость воды 4190 Дж/(кг × К). Теплота кристаллизации воды 380,7 кДж/кг. Теплота парообразования хладона 158 кДж/кг, а) $G = 2$ кг/мин, б) $G = 4$ кг/мин, в) $G = 6$ кг/мин, г) $G = 8$ кг/мин, д) $G = 10$ кг/мин, е) $G = 12$ кг/мин.

Задача 11. Найти расход водяного пара со степенью сухости 0,95 и температурой 110 °С для нагрева V м³/ч воздуха от -30 °С до 20 °С. Определить средний температурный напор. Теплота конденсации пара 2234 кДж/кг. Теплоемкость воздуха 1000 Дж/(кг × К), а) $V = 12 \times 10^3$ м³/ч, б) $V = 16 \times 10^3$ м³/ч, в) $V = 2 \times 10^4$ м³/ч, г) $V = 10 \times 10^3$ м³/ч, д) $V = 14 \times 10^3$ м³/ч, е) $V = 18 \times 10^4$ м³/ч.

Задача 12. В теплообменнике G т/ч метанола нагревают от -10 °С до 60 °С. Вода движется противотоком и охлаждается от 80 °С до 40 °С. Определить расход воды и средний температурный напор. Теплоемкость метилового спирта 2515 Дж/(кг × К). Теплоемкость воды 4190 Дж/(кг × К), а) $G = 3$ т/ч, б) $G = 6$ т/ч, в) $G = 9$ т/ч, г) $G = 2$ т/ч, д) $G = 5$ т/ч, е) $G = 8$ т/ч.

Задача 13. В калорифере V м³/ч воздуха нагревают от -10 °С до 35 °С водой, охлаждающейся то 70 °С до 48 °С. Найти расход воды и средний температурный напор при противотоке. Теплоемкость воздуха 1000 Дж/(кг × К). Теплоемкость воды 4190 Дж/(кг × К), а) $V = 104$ м³/ч, б) $V = 1,5 \times 10^4$ м³/ч, в) $V = 2 \times 10^4$ м³/ч, г) $V = 1,2 \times 10^3$ м³/ч, д) $V = 1,6 \times 10^3$ м³/ч, е) $V = 1,8 \times 10^4$ м³/ч.

Задача 14. В теплообменнике с 783 трубками диаметром 25 × 2 мм и длиной 4 м испаряется толуол при температуре 110,8 °С. Температура конденсации

водяного пара 133 °С. Найти тепловую нагрузку, если коэффициент теплопередачи $K = (\text{Вт}/\text{м}^2 \times \text{К})$, а) $K = 800 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \times \text{К})$, б) $K = 1500 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \times \text{К})$, в) $K = 2000 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \times \text{К})$, г) $K = 1000 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \times \text{К})$, д) $K = 1200 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \times \text{К})$, е) $K = 1800 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \times \text{К})$.

Задача 15. Электрический подогреватель воды мощностью 10 кВт имеет массу 10 кг и содержит 50 л воды. За какое время вода нагреется до температуры кипения, если ее начальная температура t °С? Сколько воды выкипит за 15 мин. Теплоемкость стали 500 Дж/(кг × К), теплоемкость воды 4190 Дж/(кг × К), теплота парообразования воды 2260 кДж/кг, а) $t = 10$ °С, б) $t = 20$ °С, в) $t = 30$ °С, г) $t = 15$ °С, б) $t = 25$ °С, в) $t = 35$ °С.

Задача 16. В рекуперативном теплообменнике необходимо нагреть 14,4 т/ч изобутанола от 20 °С до 40 °С за счет тепла бутанола, расход которого 10,8 т/ч, а начальная температура t °С. Определить поверхность теплообмена при коэффициенте теплопередачи 150 ($\text{Вт}/\text{м}^2 \times \text{К}$), теплоемкость изобутанола 2560 Дж/(кг × К), а) $t = 100$ °С, б) $t = 109$ °С, в) $t = 117,7$ °С, г) $t = 105$ °С, б) $t = 112$ °С, в) $t = 115$ °С.

Задача 17. В смеситель с механическим приводом мощностью 40 кВт загрузили 250 кг каучука с температурой 15 °С. 75% подводимой энергии идет на разогрев каучука до температуры t °С, а остальная энергия отводится водой, нагревающейся от 30 °С до 38 °С. Найти расход воды и продолжительность одного цикла. Теплоемкость каучука 1680 Дж/(кг × К), теплоемкость воды 4190 Дж/(кг × К), а) $t = 50$ °С, б) $t = 60$ °С, в) $t = 70$ °С, г) $t = 80$ °С, д) $t = 90$ °С, е) $t = 98$ °С.

Задача 18. В стальной емкости (теплоемкость стали 500 Дж/(кг × К)) массой 2 кг содержится 10 кг воды с начальной температурой t °С. За какое время вода нагреется до 100 °С электронагревателем мощностью 3 кВт? Сколько времени уйдет на испарение 2 кг воды? Теплоемкость воды 4190 Дж/(кг × К), теплота испарения воды 2260 кДж/кг, а) $t = 10$ °С, б) $t = 15$ °С, в) $t = 20$ °С, г) $t = 25$ °С, д) $t = 30$ °С, в) $t = 35$ °С.

Задача 19. Аппарат диаметром 1 м и длиной 4 м покрыт стекловатой толщиной 20 мм с коэффициентом теплопроводности 0,04 Вт/(м × К). Температура стенки аппарата t °С, воздуха в помещении 20 °С. Коэффициент теплоотдачи к воздуху 10 Вт/(м² × К). Найти тепловой поток к воздуху, а) $t = 120$ °С, б) $t = 150$ °С, в) $t = 200$ °С, г) $t = 220$ °С, б) $t = 240$ °С, в) $t = 270$ °С.

Задача 20. В кожухотрубчатом конденсаторе с поверхностью теплопередачи 35 м² конденсируются пары бензола при температуре 80,2 °С, вода нагревается от 35 до t °С. Найти расход воды при коэффициенте теплопередачи 600 Вт/м² × К. Теплота конденсации паров бензола 395 кДж/кг. Теплоемкость воды 4190 Дж/(кг × К), а) $t = 40$ °С, б) $t = 44$ °С, в) $t = 47$ °С, г) $t = 50$ °С, д) $t = 55$ °С, е) $t = 60$ °С.

Задача 21. В теплообменнике 1,8 т/ч четыреххлористого углерода необходимо охладить от температуры 76,7 °С до t °С водой, нагревающейся от 28 °С до 43 °С. Найти тепловую нагрузку и средний температурный напор для прямотока и противотока. Теплоемкость воды 4190 Дж/(кг × К). Теплоемкость четыреххлористого углерода 920 Дж/(кг × К), а) $t = 40$ °С, б) $t = 50$ °С, в) $t = 60$ °С, г) $t = 35$ °С, д) $t = 45$ °С, е) $t = 55$ °С.

Задача 22. В теплообменнике при температуре 90 °С конденсируют 18 т/ч насыщенных паров бензола. Найти расход воды, нагревающейся от 30 °С до t °С. Определить поверхность теплообмена при коэффициенте теплопередачи 400 Вт/(м² × К). Теплота конденсации паров бензола 400 кДж/кг. Теплоемкость воды 4190 Дж/(кг × К), а) $t = 40$ °С, б) $t = 45$ °С, в) $t = 50$ °С, г) $t = 55$ °С, д) $t = 60$ °С, е) $t = 58$ °С.

Задача 23. В теплообменнике при температуре 80 °С конденсируют G т/ч насыщенных паров смеси бензол – толуол, содержащей 85% массовых бензола. Вода нагревается от 33 °С до 47 °С. Коэффициент теплопередачи 400 Вт/(м² × К). Найти расход воды и поверхность теплообмена. Теплота конденсации смеси паров бензола и толуола 380 кДж/кг. Теплоемкость воды 4190 Дж/(кг × К), а) $G = 13$ т/ч, б) $G = 16$ т/ч, в) $G = 19$ т/ч, г) $G = 8$ т/ч, б) $G = 10$ т/ч, в) $G = 17$ т/ч.

Задача 24. В теплообменник подают V м³/мин воды с температурой 45 °С

и нагревают ее конденсирующимся при 100°C водяным паром. Поверхность теплопередачи 61 м^2 , коэффициент теплопередачи $800\text{ Вт}/(\text{м}^2 \times \text{K})$. Теплоемкость воды $4190\text{ Дж}/(\text{кг} \times \text{K})$. Плотность воды $1000\text{ кг}/\text{м}^3$. Определяя средний температурный напор как среднеарифметическую величину, найти конечную температуру воды, а) $V=3\text{ м}^3/\text{ч}$, б) $V=5\text{ м}^3/\text{ч}$, в) $V=8\text{ м}^3/\text{ч}$, г) $V=10\text{ м}^3/\text{ч}$, д) $V=12\text{ м}^3/\text{ч}$, е) $V=14\text{ м}^3/\text{ч}$

Задача 25. Стальная емкость массой 2 т с 8 м^3 воды снабжена змеевиком, в котором при -1°C испаряется $G\text{ т}/\text{ч}$ аммиака. За какое время емкость и вода остынут 25 до 5 ? Теплоемкость стали $500\text{ Дж}/(\text{кг} \times \text{K})$, теплоемкость воды $4190\text{ Дж}/(\text{кг} \times \text{K})$. Теплота испарения аммиака $1300\text{ кДж}/\text{кг}$, а) $G = 50\text{ кг}/\text{ч}$, б) $G = 60\text{ кг}/\text{ч}$, в) $G = 70\text{ кг}/\text{ч}$.

Задача 26. Найти расход воды и поверхность теплообмена для охлаждения $G\text{ т}/\text{ч}$ керосина от 130°C до 60°C . Вода нагревается от 30°C до 45°C . Коэффициент теплопередачи $300\text{ Вт}/(\text{м}^2 \times \text{K})$. Теплоемкость воды $4190\text{ Дж}/(\text{кг} \times \text{K})$. Теплоемкость керосина $2100\text{ Дж}/(\text{кг} \times \text{K})$. а) $G = 10\text{ т}/\text{ч}$, б) $G = 14\text{ т}/\text{ч}$, в) $G = 18\text{ т}/\text{ч}$, г) $G = 5\text{ т}/\text{ч}$, д) $G = 12\text{ т}/\text{ч}$, е) $G = 16\text{ т}/\text{ч}$.

Задача 27. В теплообменнике $G\text{ кг}/\text{мин}$ фенола нагревают от -20°C до 50°C водой, охлаждающейся от 75°C до 45°C . Коэффициент теплопередачи $300\text{ Вт}/(\text{м}^2 \times \text{K})$. Найти расход воды и поверхность теплообмена. Теплоемкость фенола $2350\text{ Дж}/(\text{кг} \times \text{K})$. Теплоемкость воды $4190\text{ Дж}/(\text{кг} \times \text{K})$. а) $G = 60\text{ кг}/\text{мин}$, б) $G = 120\text{ кг}/\text{мин}$, в) $G = 180\text{ кг}/\text{мин}$, г) $G = 30\text{ кг}/\text{мин}$, д) $G = 900\text{ кг}/\text{мин}$, е) $G = 150\text{ кг}/\text{мин}$.

Задача 28. Стальной аппарат массой 600 кг , содержащий 3 т хлорбензола, имеет паровую рубашку площадью 6 м^2 . За какое время хлорбензол нагреется от 20°C до $t^{\circ}\text{C}$, если в рубашку подавать насыщенный водяной пар с температурой 120°C . Коэффициент теплопередачи $200\text{ Вт}/(\text{м}^2 \times \text{K})$. Теплоемкость стали $500\text{ Дж}/(\text{кг} \times \text{K})$. Теплоемкость хлорбензола $1340\text{ Дж}/(\text{кг} \times \text{K})$, а) $t = 40^{\circ}\text{C}$, б) $t = 60^{\circ}\text{C}$, в) $t = 80^{\circ}\text{C}$, г) $t = 50^{\circ}\text{C}$, д) $t = 70^{\circ}\text{C}$, е) $t = 90^{\circ}\text{C}$.

Задача 29. Во сколько раз повысится термическое сопротивление стенки стального змеевика, свернутого из трубы диаметром $38 \times 2,5\text{ мм}$, если покрыть ее слоем эмали толщиной $\delta\text{ мм}$? Считать стенку плоской. Коэффициент теплопроводности стали $46,5\text{ Вт}/(\text{м} \times \text{K})$, а эмали $1,05\text{ Вт}/(\text{м} \times \text{K})$, а) $\delta = 0,3\text{ мм}$, б) $\delta = 0,4\text{ мм}$, в) $\delta = 0,5\text{ мм}$, г) $\delta = 0,6\text{ мм}$, д) $\delta = 0,7\text{ мм}$, е) $\delta = 0,8\text{ мм}$.

Задача 30. Паропровод длиной 40 м , диаметром $51 \times 2,5\text{ мм}$ покрыт слоем изоляции толщиной $\delta\text{ мм}$, температура наружной поверхности изоляции $t_2 = 45^{\circ}\text{C}$, а внутренней $t_1 = 175^{\circ}\text{C}$. Определить количество теплоты, теряемое паропроводом в 1 ч . Коэффициент теплопроводности изоляции $\lambda = 0,116\text{ Вт}/(\text{м} \times \text{K})$, а) $\delta=5\text{ мм}$, б) $\delta=22\text{ мм}$, в) $\delta=30\text{ мм}$, г) $\delta=18\text{ мм}$, д) $\delta=24\text{ мм}$, е) $\delta=27\text{ мм}$.

Задачи по массообмену.

Задача 1. В ректификационную колонну подают $30\text{ т}/\text{ч}$ смеси ацетон – вода, содержащей 15% (масс.) ацетона. Какова производительность колонны по дистилляту содержащей ацетона 70% (масс.), если в кубовом остатке концентрация ацетона $A\%$ (масс.). а) $A = 0,5$, б) $A = 0,8$, в) $A = 1,2$, г) $A = 1,5$, д) $A = 1,8$, е) $A = 2,2$.

Задача 2. Производительность сушилки $200\text{ кг}/\text{ч}$ по удаляемой влаге. Определить расход высушенного продукта, если начальная влажность материала 30% (масс.), а конечная $A\%$ (масс.). а) $A = 3$, б) $A = 6$, в) $A = 9$, г) $A = 12$, д) $A = 14$, е) $A = 16$.

Задача 3. В ёмкость содержащую 5 т 30% -го (масс.) водного раствора азотной кислоты, загрузили еще 3 т 40% -го (масс.) водного раствора азотной кислоты. Сколько воды необходимо добавить, чтобы получить в емкости $A\%$ - ный (масс.) раствор? а) $A=10$, б) $A=14$, в) $A=18$, г) $A=22$, д) $A=26$, е) $A=30$.

Задача 4. В отстойник подают $600\text{ т}/\text{сутки}$ сточной воды, содержащей $0,5\%$ (масс.) твердых частиц. Сколько осадка влажностью 60% (масс.) образуется за сутки, если в отстойнике улавливается $A\%$ (масс.) твердых частиц? а) $A = 80$, б) $A = 85$, в) $A = 90$, г) $A = 92$, д) $A = 94$, е) $A = 97$.

Задача 5. При температуре 20°C упругость водяного пара 17,5 мм рт.ст. Найти массу влаги в 5 м³ воздуха, насыщенного водяным паром при температуре 20°C и давлении А мм рт.ст. а) А = 740, б) А = 745, в) А = 750, г) А = 755, д) А = 760, е) А = 765.

Задача 6. В выпарной аппарат подают 10 т/ч водного раствора едкого натрия с мольной долей А (МNaOH = 40 кг/кмоль), а получают 6 т/ч концентрированного раствора. Найти конечную массовую концентрацию. а) А = 0,1, б) А = 0,13, в) А = 0,16, г) А = 0,20, д) А = 0,25, е) А = 0,3.

Задача 7. В емкость налили 2 литра 10%-го (масс.) водного раствора NaOH плотностью 1020 кг/м³ и 5 литров А%-ого (масс.) водного раствора NaOH с $\rho = 1060 \text{ кг/м}^3$. Найти концентрацию полученного раствора NaOH. а) А = 15, б) А = 18, в) А = 22, г) А = 26, д) А = 32, е) А = 35.

Задача 8. В реактор загрузили 6 кг водного раствора NaOH с концентрацией А% (масс.), 3 кг воды и 1 кг NaOH. Найти концентрацию полученного раствора. а) А = 10, б) А = 13, в) А = 17, г) А = 21, д) А = 25, е) А = 30.

Задача 9. Определить относительную массовую концентрацию водорода в газовой смеси, содержащей 1 кмоль азота и А кмоль водорода (МН₂ = 2 кг/кмоль; МN₂ = 28 кг/кмоль). а) А = 2, б) А = 2,5, в) А = 3, г) А = 3,5, д) А = 4, е) А = 4,5.

Задача 10. 400 кг резиновой смеси состава (% масс.): 40 каучука, 50 наполнителя, 10 добавок смешали с А кг резиновой смеси состава: 35 каучука, 60 наполнителя, 5 добавок. Найти состав новой смеси а) А = 100, б) А = 140, в) А = 180, г) А = 210, д) А = 250, е) А = 300.

Задача 11. С отходящими газами в абсорбер поступает 2 кг/с аммиака. Степень улавливания аммиака в абсорбере А%. при каком расходе чистой воды массовая доля аммиака в воде на выходе из аппарата составит 0,05? а) А=83, б) А=86, в) А=90, д) А=95, е) А=97.

Задача 12. В кристаллизатор налили 3 л водного раствора соли с концентрацией 20% (масс.) и плотностью 1200 кг/м³. Какую массу воды необходимо испарить, чтобы получить А%-ный (масс.) раствор? а) А=30, б) А=34, в) А=39, г) А=42, д) А=45, е) А=50.

Задача 13. Мольная доля CaCl₂ (МCaCl₂ = 111 кг/моль) в водном растворе 0,05, а плотность раствора 1250 кг/м³. В каком объеме раствора содержится А кг CaCl₂? а) А=2, б) А=4, в) А=6, г) А=8, д) А=10, е) А=12.

Задача 14. Определить массу серной кислоты с концентрацией 80% (масс.) и воды, при смешении которых можно получить 20 кг кислоты с концентрацией А% (масс.) а) А=40, б) А=45, в) А=48, г) А=52, д) А=56, е) А=60.

Задача 15. Мольная доля бензола в бинарной смеси бензол-толуол 0,4. В каком количестве смеси содержится А кг бензола, если Мб = 78 кг/моль, Мт = 92 кг/моль? а) А=30, б) А=38, в) А=45, г) А=53, д) А=58, е) А=65.

Задача 16. Мольная доля этилового спирта (C₂H₅OH) в водном растворе равна А. Плотность спирта 790 кг/м³, плотность воды 1000 кг/м³. Определить плотность смеси при условии постоянства объема при смешении. а) А=0,1, б) А=0,16, в) А=0,22, г) А=0,25, д) А=0,28, е) А=0,32

Задача 17. Сколько надо выпарить воды из 1000 кг раствора поваренной соли, чтобы изменить концентрацию от 8 до А% (масс.)? а) А=20, б) А=25, в) А=28, г) А=32, д) А=35, е) А=38.

Задача 18. В ректификационной колонне непрерывного действия разделяется 1000 кг/ч смеси, содержащей 40% (масс.) метилового спирта и 60% воды. Кубового остатка получается 600 кг/ч. Концентрация воды в нем А% (масс.) Определить состав дистиллята. а) А=92, б) А=92,8, в) А=93,2, г) А=94,3, д) А=95,2, е) А=96,8.

Задача 19. Из ректификационной колонны выходит 800 кг/ч дистиллята с концентрацией 96 % (масс.) НК и 1200 кг/ч кубового остатка с содержанием А % (масс.) ВК. Определить состав питания. а) А=93, б) А=94,2, в) А=94,8, г) А=95,2, д)

A=95,6, е) A=96,5.

Задача 20. Производительность ректификационной колонны для разделения смеси этиловый спирт – вода по дистилляту 1200 кг/ч. Концентрация спирта в нем 96% (масс.). Расход питания 3000 кг/ч. Содержание спирта в нем A % (масс.). найти состав кубового остатка. а) A=30, б) A=34, в) A=38, г) A=42, д) A=45, е) A=48.

Задача 21. В ректификационной колонне непрерывного действия разделяется 3000 кг/ч смеси ацетон – вода. Массовое содержание ацетона в питании 25%, в дистилляте 98%, а в кубовом остатке A%. определить количество дистиллята и кубового остатка. а) A=2,5, б) A=2,8, в) A=2,2, г) A=3,5, д) A=3,8, е) A=5.

Задача 22. В ректификационной колонне непрерывного действия разделяется 1500 кг/ч смеси бензол – толуол, содержащей 45% (масс.) бензола. При этом получают A кг/ч дистиллята. Кубовый остаток содержит 5 % (масс.) бензола. Определить состав дистиллята. а) A=400, б) A= 440, в) A=480, г) A=520, д) A=560, е) A=600.

Задача 23. В сушилку поступает 1000 кг/ч материала с влажностью 50% (масс.). Определить конечную влажность материала, если в сушилке удаляется A кг/ч влаги. а) A=200, б) A=240, в) A=280, г) A=320, д) A=360, е) A=400

Задача 24. Из сушилки выходит 500 кг/ч материала с влажностью A% (масс.). за один час в сушилке удаляется из материала 200 кг влаги. Найти начальную влажность материала: а) A=5, б) A=6,3, в) A=6,8, г) A=7,2, д) A=8, е) A=10.

Задача 25. Воздух насыщен парами метилового спирта (CH_3OH). Общее давление воздушно – паровой смеси A мм рт ст., температура 50°C, давление насыщенного пара спирта при 50°C 380 мм рт ст. Принимая оба компонента смеси за идеальные газы, определить относительную массовую концентрацию спирта. а) A=550, б) A=600, в) A=630, г) A=660, д) A=700, е) A=750.

Задача 26. Воздух насыщен парами этилового спирта ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$). Общее давление воздушно – паровой смеси A мм рт. ст., температура 55°C, упругость пара спирта при 55°C 240 мм рт ст. Принимая оба компонента смеси за идеальные газы, определить плотность смеси. а) A=400, б) A=440, в) A= 480, г) A=520, д) A=560, е) A=600.

Задача 27. Воздух при атмосферном давлении A мм рт. ст. насыщен водяным паром при 40°C, упругость водяного пара при 40°C – 55 мм рт. ст. Считая воздушно – паровую смесь идеальным газом, найти объем, занимаемый 5 кг воздуха. а) A=740, б) A=743, в) A=746, г) A=752, д) A=758, е) A=763.

Задача 28. Найти массу 5 м³ воздуха, насыщенного при атмосферном давлении A мм рт. ст. водяным паром при 35°C, давление насыщенного водяного пара при 35°C – 42 мм рт. ст. Считать воздушно – паровую смесь идеальным газом. а) A=742, б) A=745, в) A=748, г) A=752, д) A=758, е) A=764.

Задача 29. Определить объемные массовые концентрации (в кг/м³) компонентов в идеальной газовой смеси, содержащей 1 моль водорода и 3 моль метана (CH_4). Абсолютное давление смеси A атм., температура 20°C. а) A=5, б) A=10, в) A=15, г) A=20, д) A=25, е) A=30.

Задача 30. Смешаны один объем этилового спирта и A объемов воды. Плотность спирта 790 кг/м³, плотность воды 1000 кг/м³. Определить плотность смеси, считая, что объем смеси равен сумме объемов компонентов. а) A=2, б) A=2, 5, в) A=3, г) A=3,5, д) A=4, е) A=4,5.

Критерии оценки контрольной работы по дисциплине

Контрольная работа оценивается по десятибалльной шкале: 2 задачи по гидравлике- 3 балла, 2 задачи по теплообмену-3 балла, 2 задачи по массообмену-4 балла. Таким образом, максимальная сумма баллов 10, а минимальная 6.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижекамский химико-технологический институт (филиал) федерального
государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Факультет механический

Кафедра процессов и аппаратов химических технологий

Направление подготовки: 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и
производств

Профиль/программа: Автоматизация технологических процессов и производств (по
отраслям)
Семестр 4,5*

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой _____ Д.Н. Латыпов

« _____ » _____ 20__ г.

**Перечень вопросов к зачету с оценкой по переаттестации по
дисциплине Б1.В.ДВ.03.02 «Тепло- и массообменное оборудование
предприятий»**

1. Какие законы изучаются в гидростатике?
2. Какие законы изучаются в гидродинамике?
3. Чем различаются ламинарный и турбулентный режимы течения жидкости?
4. Какой баланс потока выражает уравнение постоянства массового расхода жидкости?
5. Какой баланс потока выражает уравнение Бернулли?
6. Как зависит средняя скорость потока от поперечного сечения трубы при постоянном расходе жидкости?
7. Как зависит потеря напора (удельной весовой механической энергии) потока жидкости от диаметра и длины трубы?
8. Какой насос (центробежный или поршневой) предпочтителен для создания высокого давления при небольшом расходе жидкости?
9. Как изменяются скорость и давление жидкости при сужении трубы, если расход жидкости постоянен?
10. Как при постоянном расходе жидкости изменяются скорость и давление жидкости при внезапном расширении трубы?
11. Какой насос (центробежный или поршневой) применяют при большом расходе, но малом напоре жидкости?
12. Для какого насоса (центробежного или поршневого) характерна пульсационная подача жидкости?
13. Что вы понимаете под неоднородной системой?
14. Чем отличается суспензия от эмульсии?
15. Что служит движущей силой гравитационного осаждения?
16. Какова движущая сила фильтрации?
17. Чем отличается осадительная центрифуга от циклона?
18. Можно ли в фильтрующей центрифуге разделить эмульсию?
19. Какими способами можно разделить суспензию?
20. Что такое псевдоожижение?
21. Назовите два способа создания неоднородной системы.
22. На чем основано электроосаждение?
23. Что является движущей силой теплообмена?
24. Чем отличаются теплоотдача от теплопередачи?

25. Что вы понимаете под удельной массовой теплоемкостью вещества?
26. При каком процессе (кипении или конденсации) выделяется тепло?
27. Частным случаем какого закона является тепловой баланс?
28. При каком процессе (кипении или конденсации) поглощается тепло?
29. Как можно интенсифицировать теплообмен?
30. Что необходимо для переноса тепла от холодного тела к горячему?
31. Что является движущей силой процесса массообмена?
32. для чего служат массообменные процессы?
33. На каких свойствах компонентов исходной смеси основана перегонка?
34. Чем отличается простая дистилляция от ректификации?
35. Что вы понимаете под абсорбцией?
36. Что представляет собой фазовое равновесие?
37. Что такое экстракция?
38. Что вы понимаете под сушкой?
39. Как можно интенсифицировать массообмен?
40. Где выше концентрация низкокипящего (легколетучего) компонента – в дистилляте или кубовом остатке?
41. Какими способами можно создать перепад давлений в процессе фильтрации?
42. Какая скорость больше – стесненного осаждения или свободного осаждения и почему?
43. Как можно повысить скорость осадительного центрифугирования?
44. Какова цель перемешивания в жидкой среде?
45. Что вы понимаете под удельной массовой теплотой конденсации пара вещества?
46. При прямотоке или противотоке выше скорость теплообмена и почему?
47. При ламинарном или турбулентном режиме выше скорость теплообмена?
48. Как общая скорость теплообмена зависит от поверхности теплообмена?
49. Как зависит скорость абсорбции от общего давления и температуры?
50. Как влияет флегмовое число на четкость разделения смеси в ректификационной колонне?
51. Что вы понимаете под избирательностью экстрагента в процессе экстракции?
52. У какого пара – перегретого, сухого насыщенного или влажного выше коэффициент теплоотдачи?
53. Как зависит давление насыщенного пара жидкости от температуры – прямо или обратно?

**Критерии оценки уровня ответов на зачете по переаттестации по дисциплине
Б1.В.ДВ.03.02 «Тепло- и массообменное оборудование предприятий»**

Уровень владения материалом студентов оценивается по пятибальной шкале в соответствии с балльно - рейтинговой системой.

Критерии оценки	балл
Бакалавр имеет глубокие, системные знания по данной дисциплине, умеет на практике применять теоретические знания, понимает физическую суть процесса. Знает: а) закономерности гидростатики и гидродинамики; б) закономерности гидромеханических, теплообменных и массообменных процессов в) конструкции и принцип действия насосов, компрессоров, гидромеханических, теплообменных и массообменных аппаратов. Умеет: выполнять сложные гидравлические, тепловые, диффузионные и другие	36-40

<p>расчеты.</p> <p>Имеет навыки: решения сложных задач.</p> <p>На зачете дает логические обоснованные ответы на основные вопросы и уверенно отвечает на дополнительные вопросы.</p>	
<p>Бакалавр владеет львиной долей программного материала, умеет решать практические задачи, но не до конца разобрался во всех вопросах.</p> <p>В основном знает: а) закономерности гидростатики и гидродинамики;</p> <p>б) закономерности гидромеханических, теплообменных и массообменных процессов</p> <p>в) конструкции и принцип действия насосов, компрессоров, гидромеханических, теплообменных и массообменных аппаратов.</p> <p>Умеет: выполнять средней сложности гидравлические, тепловые, диффузионные и другие расчеты.</p> <p>Имеет навыки: решения несложных задач.</p> <p>На зачете достаточно уверенно отвечает на основные вопросы, не может ответить на незначительную часть дополнительных вопросов.</p>	30-35
<p>Бакалавр усвоил только часть программного материала, слабо решает практические задачи.</p> <p>Имеет общее представление о: а) закономерностях гидростатики и гидродинамики;</p> <p>б) закономерностях гидромеханических, теплообменных и массообменных процессов</p> <p>в) конструкциях и принципах действия насосов, компрессоров, гидромеханических, теплообменных и массообменных аппаратов.</p> <p>Не умеет: самостоятельно выполнять гидравлические, теплообменные и массообменные и другие расчеты.</p> <p>Имеет навыки: решения простых задач.</p> <p>На зачете сбивчиво отвечает на основные вопросы, дает путанные ответы на дополнительные вопросы.</p>	25-29
<p>Бакалавр не усвоил львиную долю материала по данной дисциплине, отвечает с ошибками на основные вопросы, практически не может ответить на дополнительные вопросы, не имеет навыков решения задач.</p>	0-24