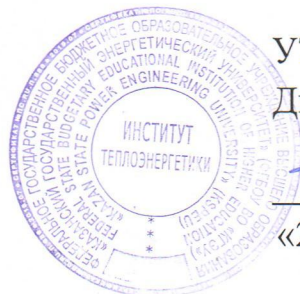




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
КГЭУ «КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Директор ИТЭ

Наименование института

Н.Д. Чичирова

«28» 10 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Тепломассообменное оборудование предприятий

(Наименование дисциплины в соответствии с РУП)

Направление
подготовки

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

(Код и наименование направления подготовки)

Направленность(и) (профиль(и)) Энергообеспечение предприятий

(Наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

(Бакалавр / Магистр)

г. Казань, 2020

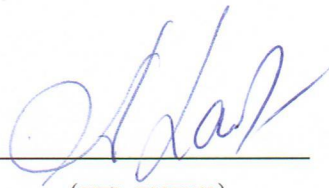
Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утв. Приказом Минобрнауки России № 143 от 28.02.2018

(наименование ФГОС ВО, номер и дата утверждения приказом Минобрнауки России)

Программу разработал(и):

доцент каф. ЭЭ, к.т.н.

(должность, ученая степень)



(дата, подпись)

Хайбуллина А.И.

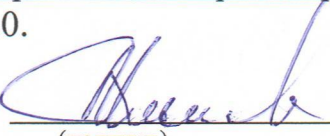
(Фамилия И.О.)

(должность, ученая степень)

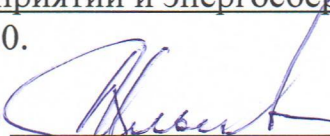
(дата, подпись)

(Фамилия И.О.)

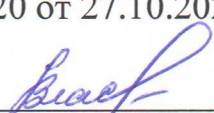
Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры-разработчика «Энергообеспечение предприятий и энергосберегающие технологии», протокол № 3 от 02.10.2020.

Заведующий кафедрой ЭЭ  В.К. Ильин
(подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании выпускающей кафедры «Энергообеспечение предприятий и энергосберегающие технологии», протокол № 3 от 02.10.2020.

Заведующий кафедрой ЭЭ  В.К.Ильин
(подпись)

Программа одобрена на заседании учебно-методического совета института Теплоэнергетики протокол № 07/20 от 27.10.2020

Зам. директора института Теплоэнергетики  С.М. Власов
(подпись)

Программа принята решением Ученого совета института Теплоэнергетики протокол № 07/20 от 27.10.2020

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Цель преподавания дисциплины «Тепломассообменное оборудование предприятий» состоит во введении в теорию переноса импульса, энергии и массы применительно к промышленным тепломассообменным процессам и установкам; в изучении принципов работы промышленного тепломассообменного оборудования и методов их расчета.

Задачи дисциплины состоят:

- в обучении студентов началам методов анализа, расчета и проектирования промышленных тепломассообменных процессов и установок и их систем энергообеспечения;

- в изучении теоретических основ, методов расчета и конструктивного оформления процессов абсорбции, выпаривания, кристаллизации, перегонки.

Компетенции, формируемые у обучающихся, запланированные результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)
Общепрофессиональные компетенции (ОПК)		
ОПК-3 Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	ОПК-3.3 Демонстрирует понимание основных законов тепломассообмена и применяет их для расчетов элементов теплотехнических установок и систем	<i>Знать:</i> Уравнения переноса импульса, массы и энергии. Физические основы процессов тепломассообмена для различных фазовых систем. <i>Уметь:</i> Применять теоретический базис термодинамики и тепломассопереноса для анализа энергоэффективности конструкций тепломассообменных аппаратов и установок. <i>Владеть:</i> Навыками выбора оптимальных параметров и режимов теплообменных аппаратов.
Профессиональные компетенции (ПК)		

ПК-3 Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование систем энергообеспечения предприятия с использованием стандартных средств автоматизации проектирования	ПК-3.1 Производит расчет параметров системы энергообеспечения предприятия	<i>Знать:</i> Основы методики расчета аппаратов выпаривания, абсорбции, ректификации, кристаллизации и т.д. Основные способы снижения энергозатрат на тепломассообменный технологический процесс <i>Уметь:</i> Рассчитывать основные размеры основных тепломассообменных аппаратов – выпаривание, абсорбция, ректификация, кристаллизация и т.д. Выполнять инженерные расчёты систем, а также использовать полученные знания для построения их математических моделей. <i>Владеть:</i> Навыками проведения тепловых, гидравлических и конструктивных расчетов теплообменного оборудования. Навыками проектирования элементов тепломассообменного оборудования в соответствии с техническим заданием Способами построения графических изображений, создания чертежей и эскизов, конструкторской документации с применением компьютерных пакетов программ.
---	---	---

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Тепломассообменное оборудование предприятий относится к факультативным дисциплинам ОПОП по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

Код компетенции	Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.	Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.
УК-6		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
УК-7		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
УК-4		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
УК-5		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
УК-8		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-4		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-5		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-1		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

ОПК-2		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
УК-3		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-2	Физика Высшая математика Химия в теплоэнергетике	
ОПК-1	Инженерное геометрическое моделирование	
ОПК-4	Инженерное геометрическое моделирование	
ОПК-3		Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
УК-1		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
УК-2		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ПК-2		Основы проектирования систем теплоснабжения Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ПК-1		Гидравлика в теплотехнологиях Основы проектирования систем теплоснабжения Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ПК-3		Гидравлика в теплотехнологиях Основы проектирования систем теплоснабжения Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ПК-4		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- физические явления и законы физики, границы их применимости, применение законов в важнейших практических приложениях;
- основные физические величинами, знать их определение, смысл, способы и единицы их измерения;
- фундаментальные физические опыты и их роль в развитии науки;
- назначение и принципы действия важнейших физических приборов;
- физико-химические основы методов подготовки воды и топлива в теплоэнергетике.

Уметь:

- применять физико-математические методы при проектировании и моделировании тепломассообменных аппаратов;
- применять полученные знания по химии при изучении других дисциплин и в прикладных задачах профессиональной деятельности.

Владеть:

- современными физико-математическими методами, применяемые в инженерной и исследовательской практике;
- основными знаниями по химии, необходимыми для выполнения теоретического и экспериментального исследования, которые в дальнейшем помогут решать на современном уровне.

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) (ЗЕ), всего 108 часов, из которых 32 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 16 час., занятия семинарского типа (практические, семинарские занятия, лабораторные работы и т.п.) 16 час., групповые и индивидуальные консультации 0 час., самостоятельная работа обучающегося 76 час, контроль самостоятельной работы (КСР) - 0 час. Практическая подготовка по виду профессиональной деятельности составляет 3 часа

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		3
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	108	108
КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:	32	32
Лекционные занятия (Лек)	16	16
Практические занятия (Пр)	16	16
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС), в том числе:	76	76
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (зачет)		
ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	За	За

3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Семестр	Распределение трудоемкости (в часах) по видам учебной работы, включая СРС								Формируемые результаты обучения (знания, умения, навыки)	Литература	Формы текущего контроля успеваемости	Формы промежуточной аттестации	Максимальное количество баллов по балльно - рейтинговой системе	
		Занятия лекционного типа	Занятия практического / семинарского типа	Лабораторные работы	Групповые консультации	Самостоятельная работа студента, в т.ч.	Контроль самостоятельной работы (КСР)	подготовка к промежуточной аттестации	Сдача зачета / экзамена						Итого
Раздел 1. Введение в дисциплину.															
1. История и основные направления развития науки о тепломассообмен ном оборудовании.	3	1				4				5	ПК-3.1-32	Л1.1, Л2.1, Л2.2	Опр.	За	11
Раздел 2. Теоретические основы гидродинамики.															
2. Теоретические основы гидродинамики. Гидравлика. Гидравлические процессы	3	1	2			8				11	ОПК-3.3-31, ОПК-3.3-32, ПК-3.1-У2, ПК-3.1-В1	Л1.2, Л1.3, Л1.4, Л1.1, Л2.3	Тест, КнТР	За	11
Раздел 3. Основы теплообменных процессов.															
3. Теплообменные аппараты	3	2	2			6				10	ОПК-3.3-32, ОПК-3.3-У1, ОПК-3.3-В1, ПК-3.1-В2, ПК-3.1-У2, ПК-3.1-32	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л1.5	Тест, КнТР	За	6

Раздел 4. Выпаривание

4. Теоретические основы процесса выпаривания.	3	2	2			12				16	ОПК-3.3-32, ОПК-3.3-У1, ПК-3.1-31, ПК-3.1-У1, ПК-3.1-В3, ПК-3.1-В2	Л1.1, Л1.2, Л2.4	Тест, КнТР	3а	12
---	---	---	---	--	--	----	--	--	--	----	--	------------------	------------	----	----

Раздел 5. Теория массообменных процессов

5. Теоретические основы массообменных процессов.	3	2	2			6				10	ОПК-3.3-31, ОПК-3.3-У1, ПК-3.1-В2, ОПК-3.3-32, ПК-3.1-У2	Л1.1, Л1.2, Л2.5	Опр. Тест, КнТР	3а	7
--	---	---	---	--	--	---	--	--	--	----	--	------------------	-----------------	----	---

Раздел 6. Абсорбция, адсорбция

6. Физические основы процесса абсорбции.	3	1	1			6				8	ОПК-3.3-31, ОПК-3.3-У1, ПК-3.1-31, ПК-3.1-У1, ПК-3.1-В3, ОПК-3.3-32	Л1.1, Л1.2, Л2.5	Опр., КнТР	3а	8
--	---	---	---	--	--	---	--	--	--	---	---	------------------	------------	----	---

7. Физические и теоретические основы процесса адсорбции.	3	1	1			6				8	ОПК-3.3-31, ОПК-3.3-У1, ПК-3.1-31, ПК-3.1-У1, ПК-3.1-В3, ОПК-3.3-32	Л1.1, Л1.2, Л2.5	Тест, КНТР	3а	12
Раздел 7. Перегонка жидкостей, ректификация															
8. Физические и теоретические основы процессов перегонки жидкости и ректификации.	3	2	2			8				12	ОПК-3.3-У1, ПК-3.1-31, ПК-3.1-У1, ПК-3.1-В3	Л1.1, Л1.2	Тест, КНТР	3а	10
Раздел 8. Кристаллизация															
9. Физические и теоретические основы процесса кристаллизации.	3	2	2			6				10	ОПК-3.3-32, ОПК-3.3-У1, ПК-3.1-31, ПК-3.1-У1, ПК-3.1-В2, ПК-3.1-В3	Л1.1, Л1.2, Л2.4	Тест, КНТР, Опр	3а	7
Раздел 9. Сушильные аппараты															
10. Устройство и принцип работы сушильных аппаратов.	3	1	1			8				10	ОПК-3.3-32, ОПК-3.3-У1, ПК-3.1-31, ПК-3.1-У1, ПК-3.1-В2, ПК-3.1-В3	Л1.1, Л1.2, Л2.6, Л2.5	Тест, Опр	3а	7

Раздел 10. Экстракция, экстрагирование

11. Физические и теоретические основы процессов экстракции и экстрагирования.	3	1	1			6				8	ОПК-3.3-32, ОПК-3.3-У1, ПК-3.1-31, ПК-3.1-У1, ПК-3.1-В2, ПК-3.1-В3	Л1.1, Л1.2, Л2.7	Тест, КнТР, Опр	За	9
ИТОГО		16	16			76				108					100

3.3. Тематический план лекционных занятий

Номер раздела дисциплины	Темы лекционных занятий	Трудоемкость, час.
1	Предмет и область знаний дисциплины «Тепломассообменное оборудование предприятий». Основное оборудование и классификация промышленного тепломассообменного оборудования. Основные направления энергоресурсосбережения при эксплуатации и проектировании тепломассообменного оборудования предприятий.	1
2	Теоретические основы гидравлики. Уравнение Навье-Стокса, Бернулли и их применение для расчета трубопроводов, насосов, систем водоснабжения.	1
3	Основы теплопередачи в промышленном оборудовании. Виды теплообмена. Уравнение теплопередачи, понятие коэффициентов теплопередачи, теплоотдачи. Основные конструкции теплообменных аппаратов.	2
4	Однокорпусные и многокорпусные выпарные установки, методы их расчета. Конструкции выпарных аппаратов.	2
5	Статика и кинетика массообмена: понятие кривой равновесия, рабочей линии, методика расчета основных параметров процесса. Классификация массообменных процессов и аппаратов.	2
6	Конструкции абсорбционных аппаратов. Методика расчета.	1
7	Типы адсорбционных процессов. Методики расчета процессов непрерывной и периодической адсорбции. Конструкции адсорбционных аппаратов.	1
8	Виды ректификации. Методика расчета процесса ректификации. Конструкции перегонных аппаратов.	2
9	Типы процессов кристаллизации. Методики расчета процессов непрерывной и периодической кристаллизации. Конструкции кристаллизационных аппаратов.	2
10	Виды сушильных аппаратов. Физико-химические основы процесса конвективной сушки. Кинетика сушки.	1
11	Методики расчета процессов непрерывной экстракции и экстрагирования. Конструкции экстракционных аппаратов.	1
Всего		16

3.4. Тематический план практических занятий

Номер раздела дисциплины	Темы практических занятий	Трудоемкость, час.
1	Основы гидравлических расчетов трубопроводов и гидромеханических процессов.	2
2	Уравнение теплопередачи. Определение коэффициентов теплоотдачи. Основы методов расчета теплообменного оборудования.	2
3	Методы расчета выпарных установок.	2
4	Газожидкостной смесительный теплообменник	2
5	Расчет основных параметров абсорбционного аппарата.	1
6	Расчет процесса периодической адсорбции.	1
7	Расчет процесса непрерывной ректификации.	2
8	Расчет процесса кристаллизации	2
9	Изучение принципа работы конвективных сушилок с плотным материалом.	1
10	Расчет процесса непрерывного экстрагирования.	1
Всего		16

3.5. Тематический план лабораторных работ

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом

3.6. Самостоятельная работа студента

Номер раздела дисциплины	Вид СРС	Содержание СРС	Трудоемкость, час.
1	Изучение теоретического материала, подготовка к практическому занятию (устный опрос)	Современные тепло- и массообменные аппараты.	4
2	Изучение теоретического материала, подготовка к тестированию	Гидромеханические процессы: отстаивание, фильтрование, центрифугирование, перемешивание.	8
3	Изучение теоретического материала, подготовка к тестированию	Методы интенсификации теплообмена.	6

4	Изучение теоретического материала, подготовка к контрольной работе	Перспективные конструкции выпарных аппаратов, вопросы энергоэффективной организации выпарных процессов для крупнотоннажных промышленных процессов. Спроектировать трехкорпусную выпарную установку для концентрирования G_n кг/ч водного раствора КОН от начальной концентрации x_n (%) до конечной x_k (%) при заданных условиях (варианты заданий)	12
5	Изучение теоретического материала, подготовка к тестированию	Расчет смесительных теплообменников.	6
6	Изучение теоретического материала, подготовка к контрольной работе	Гидродинамика тепломассообменных насадочных аппаратов	6
7	Изучение теоретического материала, подготовка к контрольной работе	Гидродинамика тепломассообменных аппаратов с твердой дисперсией.	6
8	Изучение теоретического материала, подготовка к контрольной работе	Непрерывная и периодическая ректификация.	8
9	Изучение теоретического материала, подготовка к практическому занятию (устный опрос)	Фракционная кристаллизация.	6
10	Изучение теоретического материала, подготовка к практическому занятию (устный опрос)	Кинетика конвективной сушки.	8
11	Изучение теоретического материала, подготовка к практическому занятию (устный опрос)	Основные схемы экстракции. Учебно-демонстрационный стенд "Энергосберегающий пульсационный экстрактор".	6
Всего			76

4. Образовательные технологии

При реализации дисциплины «Тепломассообменное оборудование предприятий» по образовательной программе «Энергообеспечение предприятий» направления подготовки бакалавров 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

В образовательном процессе используются:

- электронные образовательные ресурсы (ЭОР), размещенные в личных кабинетах студентов Электронного университета КГЭУ, URL: <http://e.kgeu.ru/>

5. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Обобщенные критерии и шкала оценивания уровня сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции) по итогам освоения дисциплины:

Планируемые результаты обучения	Обобщенные критерии и шкала оценивания результатов обучения			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	не зачтено	зачтено		
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
Наличие умений	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
Наличие навыков (владение опытом)	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов

Характеристика сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Компетенция в полной мере сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач
Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Низкий	Ниже среднего	Средний	Высокий

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
ОПК-3	ОПК-3.3	Знать				
		Уравнения переноса импульса, массы и энергии.	Знает уравнения переноса импульса, массы и энергии, допускает ошибок.	Знает уравнения переноса импульса, массы и энергии, при ответе может допустить несколько незначительных ошибок.	Плохо знает уравнения переноса импульса, массы и энергии, допускает множество мелких ошибок	Уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки.

		Физические основы процессов теплообмена для различных фазовых систем.	Знает физические основы процессов теплообмена для различных фазовых систем, допускает ошибки.	Знает физические основы процессов теплообмена для различных фазовых систем, при ответе может допустить несколько незначительных ошибок.	Плохо знает физические основы процессов теплообмена для различных фазовых систем, допускает множество мелких ошибок	Уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки.
		Уметь				
		Применять теоретический базис термодинамики и теплопереноса для анализа энергоэффективности и конструкций теплообменных аппаратов и установок.	Демонстрирует умение применять теоретический базис термодинамики и теплопереноса для анализа энергоэффективности конструкций теплообменных аппаратов и установок, без ошибок и недочетов.	Демонстрирует умение применять теоретический базис термодинамики и теплопереноса для анализа энергоэффективности конструкций теплообменных аппаратов и установок, допускает ряд мелких ошибок.	В целом демонстрирует умение применять теоретический базис термодинамики и теплопереноса для анализа энергоэффективности конструкций теплообменных аппаратов и установок. Задания выполнены не в полном объеме.	Не продемонстрировано умение, допущены грубые ошибки.
		Владеть				
		Навыками выбора оптимальных параметров режимов теплообменных аппаратов.	Продемонстрированы навыки при выборе оптимальных параметров режимов теплообменных аппаратов, без ошибок и недочетов.	Продемонстрированы базовые навыки при выборе оптимальных параметров режимов теплообменных аппаратов, допущен ряд мелких ошибок.	Имеется минимальный набор навыков при выборе оптимальных параметров режимов теплообменных аппаратов, имеется много ошибок	Не продемонстрированы базовые навыки, имеются грубые ошибки.
ПК-3	ПК-	Знать				

	3.1	Основы методики расчета аппаратов выпаривания, абсорбции, ректификации, кристаллизации и т.д.	Знает основы методики расчета аппаратов выпаривания, абсорбции, ректификации, кристаллизации и, не допускает ошибок.	Знает основы методики расчета аппаратов выпаривания, абсорбции, ректификации, кристаллизации и, при ответе может допустить несколько незначительных ошибок.	Плохо знает основы методики расчета аппаратов выпаривания, абсорбции, ректификации, кристаллизации и, допускает множество мелких ошибок	Уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки.
		Основные способы снижения энергозатрат на тепломассообменном технологический процесс	Знает основы методики расчета аппаратов выпаривания, абсорбции, ректификации, кристаллизации и, не допускает ошибок.	Знает основные способы снижения энергозатрат на тепломассообменном технологический процесс, при ответе может допустить несколько незначительных ошибок.	Плохо знает основные способы снижения энергозатрат на тепломассообменном технологический процесс, допускает множество мелких ошибок	Уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки.
		Уметь				
		Рассчитывать основные размеры основных тепломассообменных аппаратов – выпаривание, абсорбция, ректификация, кристаллизация и т.д.	Демонстрирует умение рассчитывать основные размеры основных тепломассообменных аппаратов – выпаривание, абсорбция, ректификация, кристаллизация и т.д., без ошибок и недочетов.	Демонстрирует умение рассчитывать основные размеры основных тепломассообменных аппаратов – выпаривание, абсорбция, ректификация, кристаллизация и т.д., допускает ряд мелких ошибок.	В целом демонстрирует умение рассчитывать основные размеры основных тепломассообменных аппаратов – выпаривание, абсорбция, ректификация, кристаллизация и т.д. Задания выполнены не в полном объеме.	Не продемонстрировано умение, допущены грубые ошибки

		Выполнять инженерные расчёты систем, а также использовать полученные знания для построения их математических моделей.	Демонстрирует умение выполнять инженерные расчёты систем, а также использовать полученные знания для построения их математических моделей, без ошибок и недочетов.	Демонстрирует умение выполнять инженерные расчёты систем, а также использовать полученные знания для построения их математических моделей, допускает ряд мелких ошибок.	В целом демонстрирует умение выполнять инженерные расчёты систем, а также использовать полученные знания для построения их математических моделей. Задания выполнены не в полном объеме.	Не продемонстрировано умение, допущены грубые ошибки
		Владеть				
		Навыками проведения тепловых, гидравлических и конструктивных расчетов теплообменного оборудования.	Продemonстрированы навыки проведения тепловых, гидравлических и конструктивных расчетов теплообменного оборудования, без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы базовые навыки проведения тепловых, гидравлических и конструктивных расчетов теплообменного оборудования, допущен ряд мелких ошибок.	Имеется минимальный набор навыков проведения тепловых, гидравлических и конструктивных расчетов теплообменного оборудования, имеется много ошибок	Не продемонстрированы базовые навыки, имеются грубые ошибки.
		Навыками проектирования элементов теплообменного оборудования в соответствии с техническим заданием	Продemonстрированы навыки проектирования элементов теплообменного оборудования в соответствии с техническим заданием, без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы базовые навыки проектирования элементов теплообменного оборудования в соответствии с техническим заданием, допущен ряд мелких ошибок.	Имеется минимальный набор навыков проектирования элементов теплообменного оборудования в соответствии с техническим заданием, имеется много ошибок	Не продемонстрированы базовые навыки, имеются грубые ошибки.

		Способами построения графических изображений, создания чертежей и эскизов, конструкторской документации с применением компьютерных пакетов программ.	Продемонстрированы навыки владения способами построения графических изображений, создания чертежей и эскизов, конструкторской документации с применением компьютерных пакетов программ, без ошибок и недочетов	Продемонстрированы базовые навыки владения способами построения графических изображений, создания чертежей и эскизов, конструкторской документации с применением компьютерных пакетов программ, допущен ряд мелких ошибок.	Имеется минимальный набор навыков владения способами построения графических изображений, создания чертежей и эскизов, конструкторской документации с применением компьютерных пакетов программ, имеется много ошибок	Не продемонстрированы базовые навыки, имеются грубые ошибки.
--	--	--	--	--	--	--

Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины. Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
1	Касаткин А. Г.	Основные процессы и аппараты химической технологии	учебник для вузов	М.: Альянс	2006		29
2	Айнштейн В. Г.	Общий курс процессов и аппаратов химической технологии	учебник для вузов	М.: Логос	2006		99
3	Цветков Ф. Ф., Григорьев Б. А.	Тепломассообмен	учебное пособие для вузов	М.: Издательский дом МЭИ	2006		142

4	Зиннатуллин Н. Х., Гурьянов А. И., Ильин В. К., Елдашев Д. А.	Гидродинамика и гидродинамические процессы	учебное пособие	Казань: КГЭУ	2010		49
5	Лаптев А. Г., Николаев Н. А., Башаров М. М.	Методы интенсификации и моделирования тепломассобменных процессов	учебно- справочное пособие	М.: Теплотехник	2011		7

Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотечке КГЭУ
1	Лаптев А. Г., Фарахов М. И., Башаров М. М., Николаева	Энерго- и ресурсосберегающие технологии и аппараты	монография	Казань: Отечество	2012		25
2	Лаптев А. Г., Фарахов М. И., Минеев Н. Г.	Основы расчета и модернизация тепломассооб	монография	Казань: КГЭУ	2010		5
3	Лаптев А. Г., Ведьгаева И. А.	Расчет гидромеханических процессов (осаждения,	метод. указания к практ. занятиям по курсу "Химико- технологическ	Казань: КГЭУ	2004		95
4	Конахин А. М., Конахина И. А., Ахметов Э. А.,	Выпарные и кристаллизационные установки	учебное пособие по курсу "Тепломассообменное	Казань: КГЭУ	2006		258
5	Хайруллин А. Р., Синявин А. А., Хайбуллина А. И., Мусаева Д. А.	Тепломассообменное оборудование предприятий	методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Тепломассообменное оборудование предприятий"	Казань: КГЭУ	2015	https://lib.kgeu.ru/irbis64r_15/scan/4885.pdf	1

6	Конахин А. М., Конахина И. А., Ахметов Э. А.	Сушильные установки	учебное пособие по дисциплине "Тепломассообменное оборудование предприятий"	Казань: КГЭУ	2009		490
7	Лаптев А. Г.	Модели переноса и эффективность жидкостной экстракции	монография	Казань: КГЭУ	2005		12

6.2. Информационное обеспечение

6.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	ЭБС «Консультант студента»	https://www.studentlibrary.ru/

6.2.2. Профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Российская национальная библиотека	http://nlr.ru/	http://nlr.ru/
2	Scopus	https://www.scopus.com	https://www.scopus.com
3	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru	http://elibrary.ru
4	Электронная библиотека диссертаций (РГБ)	diss.rsl.ru	diss.rsl.ru
5	Техническая библиотека	http://techlibrary.ru	http://techlibrary.ru
6	Федеральный институт промышленной собственности	new.fips.ru	new.fips.ru
7	Web of Science	https://webofknowledge.com/	https://webofknowledge.com/

6.2.3. Информационно-справочные системы

№ п/п		Адрес	Режим доступа
1	«Гарант»	http://www.garant.ru/	http://www.garant.ru/

6.2.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Способ распространения (лицензионное/свободно)	Реквизиты подтверждающих документов
1	ANSYS 13	Универсальная программная система конечно-элементного (МКЭ) анализа .	ЗАО КАДФЕМ Си-Фй-Эс №2011.24708 от 24.11.2011

2	Windows 7 Профессиональная (Pro)	Пользовательская операционная система	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2011.25486 от 28.11.2011 Неискл. право. Бессрочно
3	"ИРБИС 64 (модульная поставка): АРМ "Читатель", АРМ "Книговыдача"	Система автоматизации библиотек, отвечающая всем международным требованиям, предъявляемым к современным библиотечным системам	ГУ здравоохранения "Республиканский медицинский библиотечно-информационный"
4	Браузер Chrome	Система поиска информации в сети интернет	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для СРС	Оснащенность специальных помещений и помещений для СРС
1	Лекционные занятия	Д-617. Учебная аудитория	50 посадочных мест, доска аудиторная, экран, столы с демонстрационными образцами ППУ, шкаф для образцов теплоизоляции, образец дымоходной конструкции проектор мультимедийный (потолочный), доступ в электронную информационно-образовательную среду
2	Практические занятия	Д-624. Учебная аудитория	36 посадочных мест, доска аудиторная, экран, Учебно-лабораторный комплекс «Изучение тепломассообменных процессов в системе жидкость – газ», учебно-лабораторный комплекс «Изучение тепломассообменных процессов в системе твердое тело – газ», персональный компьютер (системный блок, монитор ЭЛТ), лабораторный стенд «Датчики расхода, давления и температуры в системе ЖКХ», лабораторный стенд «Устройство, работа и учет в системах отопления здания», лабораторный стенд "Исследование раделения коллоидных систем", учебно- лабораторный комплекс «Периодические нестационарные методы повышения эффективности теплообменного оборудования», экспериментальная установка «Пульсационных экстрактор», подключение к сети "Интернет", доступ в электронную информационно-образовательную среду

3	Самостоятельная работа обучающихся	Д-620. Учебная аудитория	24 посадочных места, доска аудиторная, экран, моноблок (12 шт.), переносное оборудование – проектор, ноутбук, подключение к сети "Интернет", доступ в электронную информационно-образовательную среду
		Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, мультимедийный проектор, экран, программное обеспечение

8. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета www/kgeu.ru. Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

Лист регистрации изменений

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины на 20__ /20__ учебный год

В программу вносятся следующие изменения:

1. _____

2. _____

3. _____

*Указываются номера страниц, на которых
внесены изменения,
и кратко дается характеристика этих
изменений*

Программа одобрена на заседании кафедры –разработчика «__» ____ 20__ г.,
протокол № _____

Зав. кафедрой _____ Ильин В.К.

Программа одобрена методическим советом института _____
«__» _____ 20__ г., протокол № _____

Зам. директора по УМР _____ / _____ /

Подпись, дата

Согласовано:

Руководитель ОПОП _____ / _____ /

Подпись, дата

Для заочной формы обучения

Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) (ЗЕ), всего 108 часов, из которых 8 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 4 час., занятия семинарского типа (практические, семинарские занятия, лабораторные работы и т.п.) 4 час., групповые и индивидуальные консультации 0 час., самостоятельная работа обучающегося 100 час, контроль самостоятельной работы (КСР) - 0 час.

Вид учебной работы	Всего часов	Курс
		2
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	108	108
КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:	8	8
Лекционные занятия (Лек)	4	4
Практические занятия (Пр)	4	4
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС):	100	100
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (зачет)		
ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	За	За

*Приложение к рабочей
программе дисциплины*



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования

«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

по дисциплине

Тепломассообменное оборудование предприятий

(Наименование дисциплины в соответствии с РУП)

Направление
подготовки

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

(Код и наименование направления подготовки)

Направленность(и) (профиль(и))

Энергообеспечение предприятий

(Наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

(Бакалавр / Магистр)

г. Казань, 2020

Оценочные материалы по дисциплине «Тепломассообменное оборудование предприятий» - комплект контрольно-измерительных материалов, предназначенных для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенции(й):

ОПК-3 Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах

ПК-3 Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование систем энергообеспечения предприятия с использованием стандартных средств автоматизации проектирования

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание процесса обучения по дисциплине. При текущем контроле успеваемости используются следующие оценочные средства: устный опрос, тестирование, контрольная работа.

Промежуточная аттестация имеет целью определить уровень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине за 3 семестр. Форма промежуточной аттестации зачёт.

Оценочные материалы включают задания для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, разработанные в соответствии с рабочей программой дисциплины.

1.Технологическая карта

Семестр 3

Номер раздела/ темы дис- циплины	Вид СРС	Наимено- вание оценочного средства	Код индикатора достижения компетенций	Уровень освоения дисциплины, баллы			
				неудов-но	удов-но	хорошо	отлично
				не зачтено	зачтено		
				низкий	ниже среднего	средний	высокий
Текущий контроль успеваемости							
1	Современные тепло- и массообменные аппараты.	Опр.	ПК-3.1	менее 5	5 - 7	7 - 9	9 - 11
2	Гидромеханические процессы: отстаивание, фильтрование, центрифугирование,	Тест	ОПК-3.3, ПК-3.1	менее 5	5 - 7	7 - 9	9 - 11
3	Методы интенсификации теплообмена.	Тест	ОПК-3.3, ПК-3.1	менее 3	3 - 4	4 - 5	5 - 6

4	Перспективные конструкции выпарных аппаратов, вопросы энергоэффективной организации выпарных процессов для крупнотоннажных промышленных процессов. Спроектировать трехкорпусную выпарную установку для концентрирования G_n кг/ч водного раствора КОН от начальной концентрации x_n (%) до конечной x_k (%) при заданных условиях (варианты заданий)	КнтР	ОПК-3.3, ПК-3.1	менее 7	7 - 9	9 - 10	11 - 12
5	Расчет смесительных теплообменников.	Тест	ОПК-3.3, ПК-3.1	менее 4	4 - 5	5 - 6	6 - 7
6	Гидродинамика теплообменных насадочных аппаратов	КнтР	ОПК-3.3, ПК-3.1	менее 5	5 - 6	6 - 7	7 - 8
7	Гидродинамика теплообменных аппаратов с твердой дисперсией.	КнтР	ОПК-3.3, ПК-3.1	менее 7	7 - 8	9 - 10	10 - 12
8	Непрерывная и периодическая ректификация.	КнтР	ОПК-3.3, ПК-3.1	менее 4	4 - 6	6 - 8	8 - 10
9	Фракционная кристаллизация.	Опр.	ОПК-3.3, ПК-3.1	менее 4	4 - 5	5 - 6	6 - 7
10	Кинетика конвективной сушки.	Опр.	ОПК-3.3, ПК-3.1	менее 4	4 - 5	5 - 6	6 - 7
11	Основные схемы экстракции.	Опр.	ОПК-3.3, ПК-3.1	менее 6	6 - 7	7 - 8	8 - 9
Всего баллов				0 - 54	55-69	70-84	85-100

2. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Оценочные материалы
Устный опрос (Опр.)	Устный опрос проводится в начале лекционных и практических занятий по материалам предыдущих занятий.	Фонд вопросов (тем) для обсуждения.
Тестирование (Тест)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
Контрольная работа (КнТР)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по

3. Оценочные материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

1. Варианты тем для собеседования:

1. Порядок определения диаметра ректификационной колонны?
2. Факторы, влияющие на расчетную высоту слоя насадки?
3. Критерии выбора выпарных аппаратов?
4. Порядок определения толщины обечайки?
5. Выбор конструкционных материалов?
6. Классификация способов переноса теплоты.
7. Стационарный и нестационарный процессы теплопереноса.
8. Основные понятия, определения и теплофизические свойства веществ: температурное поле, температурный градиент, тепловой поток, теплоёмкость, энтальпия, теплопроводность и температуропроводность.
9. Движущие силы процессов теплообмена.
10. Тепловое равновесие.
11. Основные задачи статики и кинетики процессов теплообмена.
12. Движущая сила процессов массопереноса,
13. Классификация и общая характеристика массообменных процессов с участием газовой, жидкой и твердой фаз (массообменные процессы со свободной и фиксированной границами раздела фаз): абсорбция (десорбция), адсорбция, экстракция, кристаллизация, сушка.
14. Основные принципы аналогии между процессами тепло- и массопереноса.
15. Гидродинамические режимы работы насадочных колонн?
16. Способы повышения энергоэффективности ректификационных аппаратов?
17. Современные насадочные элементы?
18. Структура потоков тарельчатых колонны, способы и средства ее оптимизации?
19. Механические расчеты основных элементов колонного аппарата?
20. Сушильные аппараты.
21. Кинетика конвективной сушки.
22. Какой процесс называется сушкой?
23. Что называется скоростью сушки?
24. Какие условия определяют периоды постоянной и падающей скорости сушки?
25. Как определяется скорость сушки и коэффициент массоотдачи?
26. Перечислить основные параметры влажного воздуха, дать их определение.
27. Основная движущая сила процесса сушки?
28. Что вы понимаете под процессом адиабатной сушки, адиабатного процесса?

29. Принцип работы и область работы смесительных газожидкостных теплообменников.
30. Какие виды смесительных теплообменников вы знаете?
31. В чем отличие поверхностных аппаратов от газожидкостных теплообменников?
32. Что является движущей силой процесса массопереноса в смесительных аппаратах.
33. На чем основан расчет контактных теплообменников?
34. Коэффициент смачивания и плотность орошения насадки жидкостью.

2. Варианты контрольных работ.

2.1. Спроектировать трехкорпусную выпарную установку для концентрирования G_n кг/ч водного раствора КОН от начальной концентрации x_n (%) до конечной x_k (%) при следующих условиях:

- 1) обогрев производится насыщенным водяным паром давлением $P_r = 1,079$ МПа;
- 2) давление в барометрическом конденсаторе $P_{\text{ок}} = 0,0147$ МПа;
- 3) выпарной аппарат — тип (Т), исполнение (И);
- 4) взаимное направление пара и раствора — прямоток;
- 5) отбор экстрапара не производится;
- 6) раствор поступает в первый корпус, подогретый до температуры кипения.

Варианты заданий

№ варианта	G_n кг/ч	x_n %	x_k %	Тип	Исполнение
1	22000	1	34	1	2
2	24000	2	36	1	2
3	26000	3	38	1	2
4	28000	4	40	1	2
5	30000	5	42	1	2
6	32000	6	44	1	2
7	34000	8	46	1	2
8	36000	9	48	1	2
9	38000	10	50	1	2
10	40000	1	34	1	2
11	42000	2	36	2	2
12	44000	3	38	2	2
13	46000	4	40	2	2
14	48000	5	42	2	2
15	50000	6	44	2	2
16	52000	8	46	2	2
17	54000	9	48	2	2
18	56000	10	50	2	2
19	58000	1	34	2	2
20	60000	2	36	2	2
21	62000	3	38	1	3
22	64000	4	40	1	3
23	66000	5	42	1	3

24	68000	6	44	1	3
25	70000	8	46	1	3
26	72000	9	48	1	3
27	74000	10	50	1	3
28	76000	1	34	1	3
29	78000	2	36	1	3
30	80000	3	38	1	3
31	82000	4	40	1	2
32	84000	5	42	1	2
33	86000	6	44	1	2
34	88000	8	46	1	2
35	90000	9	48	1	2

2.2. Варианты заданий

1. Абсорбер для улавливания паров бензола из парогазовой смеси орошается поглотительным маслом с молярной массой $N \cdot 20$ кг/кмоль. Среднее давление в абсорбере $p_{абс} = 800$ мм рт. ст., температура 40°C . Расход парогазовой смеси 3600 м³/ч (при рабочих условиях). Концентрация бензола в газовой смеси на входе в абсорбер 2% (об.) извлекается 95% бензола. Содержание бензола в поглотительном масле, поступающем в абсорбер после регенерации, $0,2\%$ (мол.). Расход поглотительного масла в $1,5$ раза больше теоретически минимального. Для расчета равновесных составов принять, что растворимость бензола в масле определяется законом Рауля. При концентрациях бензола в жидкости до $X = 0,1$ кмоль бензола/кмоль масла равновесную зависимость $Y^* = f(X)$ считать прямолинейной. Определить; 1) расход поглотительного масла в кг/ч; 2) концентрацию бензола в поглотительном масле, выходящем из абсорбера; 3) диаметр и высоту насадочного абсорбера при скорости газа в нем (фиктивной) $0,5$ м/с и высоте единицы переноса (ВЕР) $h_{ou} = 0,9$ м; 4) высоту тарельчатого абсорбера при среднем к. п. д. тарелок $0,67$ и расстоянии между тарелками $0,4$ м.

2. В выпарном аппарате концентрируется водный раствор от 14 до $N+15\%$ (масс). Греющий насыщенный водяной пар имеет давление (абсолютное) $0,9$ кгс/см². Полезная разность температур $11,2$ К. Гидростатическая депрессия $\Delta t_{гд} = 3$ К. Определить часовой расход разбавленного раствора, поступающего в аппарат, если площадь поверхности теплообмена в нем 40 м². а коэффициент теплоотдачи составляет 700 Вт/(м². К). Разбавленный раствор поступает в аппарат подогретым до температуры кипения. Среднее давление в аппарате (абсолютное) $0,4$ кгс/см². Тепловыми потерями пренебречь.

3. Определить расход греющего насыщенного водяного пара (абсолютное давление 2 кгс/см²) и площадь поверхности нагрева выпарного аппарата, в котором производится упаривание $1,6$ т/ч раствора от 10 до $N+15\%$ (масс). Среднее давление в ап-парате (абсолютное) 1 кгс/см². Разбавленный раствор поступает на выпарку при 30°C . Полезная разность температур 12 К- Гидростатическая депрессия $\Delta t_{гд} = 4$ К. Коэффициент теплопередачи 900 Вт/(м² К). Тепловые потерн принять равными 5% от полезно используемого количества теплоты $Q_{нагр} + Q_{исп}$

4. Производительность ректификационной колонны для разделения смеси метиловый спирт — вода составляет $N \cdot 50$ кг/ч дистиллята. Колонна работает под атмосферным

давлением. Поверхность теплообмена дефлегматора 60 м^2 , коэффициент теплопередачи в нем $810 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ К})$. Определить число флегмы и расход охлаждающей воды в дефлегматоре, если она нагревается от 15 до 35°C ;

5. Определить требуемую поверхность и расход воды в дефлегматоре ректификационной колонны для разделения бензольно-толуольной смеси при следующих условиях; количество верхнего продукта $N \cdot 20 \text{ кг/ч}$; число флегмы $3,75$; начальная и конечная температуры охлаждающей воды 20 и 45°C ; коэффициент теплопередачи $700 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$. Считать верхний продукт за чистый бензол. Давление в колонне атмосферное.

6. Определить необходимое число тарелок в ректификационной колонне периодического действия для разгонки смеси хлороформ — бензол под атмосферным давлением. Исходная смесь содержит 38% (мол.) хлороформа, дистиллят должен содержать 97% (мол.), кубовый остаток после перегонки — $N\%$ (мол.). Коэффициент избытка флегмы 2 . На одну степень изменения концентрации приходится $1,4$ тарелки.

7. Определить необходимую площадь поверхности охлаждения противоточного кристаллизатора, в котором охлаждается от 85 до 35°C $N \cdot 200 \text{ кг/ч}$ раствора, содержащего $7,0$ моль сернокислого аммония на 1000 г воды. При охлаждении испаряется вода (5% от массы начального раствора). Коэффициент теплопередачи $127 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$. Охлаждающая вода нагревается от 13 до 24°C . Определить также ее расход.

8. В скруббере поглощается водой диоксид серы из инертного газа (азота) под атмосферным давлением (760 мм рт. ст.). Начальное содержание диоксида серы в газе 5% (об.). Температура воды 20°C , ее расход на 20% больше теоретически минимального. Извлекается из газа 90% SO_2 . Определить: 1) расход воды на поглощение 1000 кг/ч сернистого газа; 2) среднюю движущую силу процесса; 3) общее число единиц переноса $n_{\text{ог}}$. Линия равновесия может быть принята за прямую; координаты двух ее точек: 1) парциальное давление SO_2 в газовой фазе $p = 39 \text{ мм рт. ст.}$, $X = 0,007 \text{ кг SO}_2/\text{кг воды}$; 2) $p = 26 \text{ мм рт. ст.}$, $X = 0,005 \text{ кг SO}_2/\text{кг воды}$.

9. В скруббер диаметром $0,5 \text{ м}$ подается $550 \text{ м}^3/\text{ч}$ (при 760 мм рт. ст. и 20°C) воздуха, содержащего $2,8\%$ (об.) аммиака, который поглощается водой под атмосферным давлением. Степень извлечения аммиака $0,95$. Расход воды на 40% больше теоретически минимального. Определить: 1) расход воды; 2) общее число единиц переноса $n_{\text{ог}}$; 3) высоту слоя насадки из керамических колец $50 \times 50 \times 5 \text{ мм}$. Коэффициент массопередачи: $K_y = 0,001 \text{ кмоль аммиака}/(\text{м}^2 \cdot \text{с} \cdot \frac{\text{кмоль аммиака}}{\text{кмоль воздуха}})$. Данные о равновесных концентрациях жидкости и газа взять из справочника. Коэффициент смоченности насадки $\psi = 0,9$.

10. Рассчитать удельный расход сухого насыщенного водяного пара при выпаривании воды под атмосферным давлением и под вакуумом (разрежением) $0,8 \text{ кгс/см}^2$. Абсолютное давление греющего водяного пара в обоих случаях $p_{\text{абс}} = 2 \text{ кгс/см}^2$. Вода поступает на выпарку: а) при температуре 15°C ; б) подогретой до температуры кипения.

11. Производительность выпарного аппарата по исходному раствору 2650 кг/ч . Концентрация исходного раствора 50 г/л воды. Концентрация выпаренного раствора 295 г на 1 л раствора. Плотность выпаренного раствора 1189 кг/м^3 . Найти производительность аппарата по выпаренному раствору.

12. Как изменится производительность выпарного аппарата, если на стенках греющих труб отложится слой накипи толщиной $0,5 \text{ мм}$? Коэффициент теплопередачи K для чистых труб равен $1390 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$. Коэффициент теплопроводности накипи $\lambda = 1,16 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

13. Сколько килограммов кристаллов выделится при охлаждении от 30 до 15°C $4,2 \text{ т}$ раствора соды, содержащего $2,5$ моль соды на 1000 г воды? Сода кристаллизуется с 10 молекулами воды.

14. Крезол ($\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{OH}$) перегоняется с водяным паром а) под атмосферным давлением, б) под давлением 300 мм рт. ст. . Определить: температуру перегонки; массовый состав получаемой смеси; объемный процент крезоло в паре и его парциальное давление. Принять $\phi = 0,8$. Давление насыщенного пара крезоло по справочнику для М-крезола.

15. Глицерин очищается перегонкой с перегретым водяным паром при $230\text{ }^{\circ}\text{C}$ под вакуумом 590 мм рт. ст. Степень насыщения водяного пара глицерином 0,75. Определить расход пара, уходящего с 1 т глицерина. Сырой глицерин подается при температуре перегонки. Аппарат имеет внешний обогрев. Как изменится состав паровой смеси, если повысить вакуум до 620 мм рт. ст.? Температура кипения чистого глицерина под давлением 760 мм рт. ст. равняется $290\text{ }^{\circ}\text{C}$, а под давлением 50 мм рт. ст. $205\text{ }^{\circ}\text{C}$. Воспользоваться правилом линейности, взяв в качестве стандартной жидкости воду.

16. Смесь бензола и толуола кипит при $95\text{ }^{\circ}\text{C}$ под давлением 760 мм рт. ст. При $95\text{ }^{\circ}\text{C}$ давление насыщенного пара бензола $P_{\text{б}} = 1167$ мм рт. ст.; давление насыщенного пара толуола $P_{\text{т}} = 480$ мм рт. ст. Найти состав кипящей жидкости, считая, что смесь характеризуется законом Рауля.

Если жидкость будет содержать в два раза меньше толуола, то под каким давлением она будет кипеть при той же температуре?

17. Определить расход серной кислоты для осушки воздуха при следующих данных. Производительность скруббера $500\text{ м}^3/\text{ч}$ (считая на сухой воздух при нормальных условиях). Начальное содержание влаги в воздухе 0,016 кг/кг сухого воздуха, конечное содержание 0,006 кг/кг сухого воздуха. Начальное содержание воды в кислоте 0,6 кг/кг моногидрата, конечное содержание 1,4 кг/кг моногидрата. Осушка воздуха производится при атмосферном давлении.

18. Исходный (начальный) раствор гидроксида натрия содержит 79 г/л воды. Плотность упаренного раствора при $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ равна $1,555\text{ г/см}^3$. Это соответствует концентрации 840 г/л раствора. Определить количество выпаренной воды на 1 т исходного раствора.

19. Найти удельную теплоемкость 25 % водного раствора натриевой соли салициловой кислоты.

20. Вычислить состав равновесной паровой фазы при $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ для жидкости, состоящей из смеси гексана и воды, предполагая их полную взаимную нерастворимость.

21. Аппарат диаметром 2 м и высотой 5 м покрыт слоем теплоизоляции из асбеста толщиной 75 мм. Температура стенки аппарата $146\text{ }^{\circ}\text{C}$, температура наружной поверхности изоляции $40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Определить потери теплоты (тепловой поток) через слой изоляции.

3. Примерные тестовые задания.

Выберите правильный ответ:

Процесс, включающий перенос вещества (массы) в пределах одной фазы, перенос через поверхность раздела фаз и его перенос в пределах другой фазы

+ :массопередача

- :массоотдача

- :теплопередача

Выберите правильный ответ:

Интенсивность конвективного переноса вещества

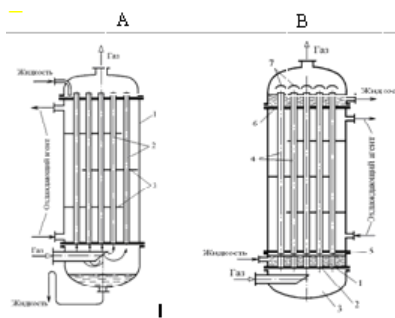
- : $q_M^T = -\varepsilon^T \nabla c$

- : $q_M = -D \nabla c$

- : $q_M = \beta(c_{CT} - c_0)$

+ : $q_M^K = Cw$

Выберите схему трубчатого абсорбера с нисходящей пленкой.

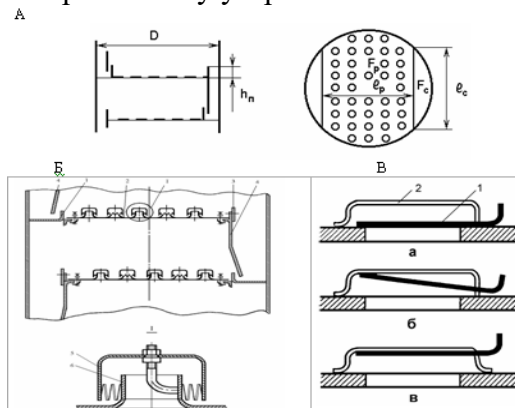


+: A

-: B

-: нужная схема отсутствует

Выберите схему устройства колпачковых тарелок



-: A

+: B

-: B

Выберите правильные варианты

Греющий (первичный) пар

-: пар, отбираемый из выпарной установки для других нужд

-: пар, образующийся при выпаривании растворов

+: пар, поступающий в греющую камеру (кипятильник)

Выберите правильные варианты

Термический пар

-: пар, отбираемый из выпарной установки для других нужд

+: пар, образующийся при выпаривании растворов

-: пар, поступающий в греющую камеру (кипятильник)

Выберите правильные варианты

Экстра-пар

+: пар, отбираемый из выпарной установки для других нужд

-: пар, образующийся при выпаривании растворов

-: пар, поступающий в греющую камеру (кипятильник)

Выберите правильные варианты

Циркуляция раствора в выпарных аппаратах с естественной циркуляцией вызывается различием температур и ... парожидкостной смеси в циркуляционной трубе и кипятильных трубах.

+: плотность

-: вязкость

-: поверхностное натяжение

Общий материальный баланс и материальный баланс по растворенному веществу процесса выпаривания (прив. ниже). Укажите искомые величины

$$\dot{L}_H = \dot{L}_K + \dot{W}, \quad \dot{L}_H * X_H = \dot{L}_K * X_K$$

+: $\dot{L}_H$

+: $\dot{L}_K$

+: $\dot{W}$

+: X_H

Выберите правильные варианты

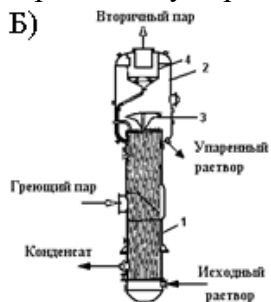
В противоточных выпарных установках между ступенями ставят насосы. Такие схемы используются для растворов с быстро растущей ... при повышении их концентрации

+: вязкость

-: растворимость

-: плотность

Выберите схему барботажного выпарного аппарата



Г)

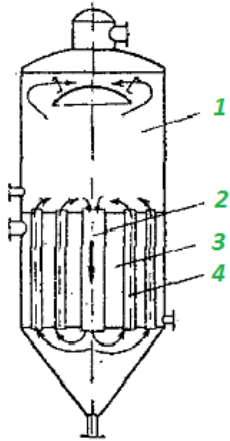


+: Б

+: Г

-: требуемая схема отсутствует

Выпарной аппарат с центральной циркуляционной трубой. Выберите позицию греющей камеры



- :1
- :2
- +:3
- :4

Выберите правильное выражение

Материальный баланс процесса выпаривания (G_H – расход исходного раствора, кг/с; G_K – расход упаренного раствора, кг/с; W – расход выпаренного растворителя, кг/с)

- : $G_H = G_K - W$
- +: $G_H = G_K + W$
- +: $W = G_H - G_K$

Количество степеней свободы двухфазной системы в процессе перегонки (введите цифровое значение)

$$C = K + 2 - \Phi = ?$$

- +:2

Выберите правильный ответ(ы)

Идеальные смеси жидкостей с неограниченной взаимной растворимостью подчиняются закону ...

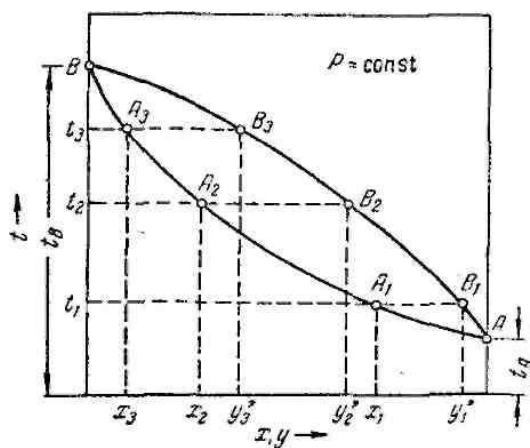
- +:Рауля
- :Генри
- :Гиббса

Выберите правильный ответ(ы)

Для бинарной смеси, состоящей из компонентов А и В, по закону Рауля

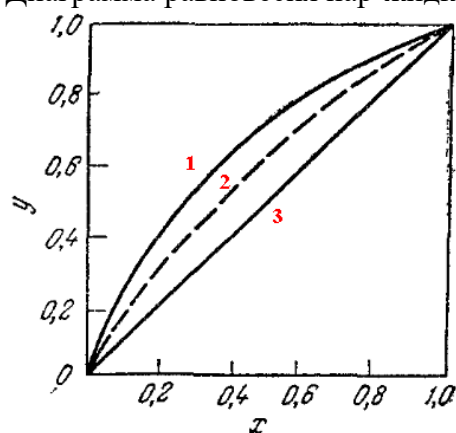
- +: $P_A = P_A^* \cdot x_A$
- : $P_A = \frac{P_A^*}{x_A}$
- +: $P_B = P_B^* \cdot x_B$
- : $P_B = P_B^* \cdot x_A$

Диаграмма t-x-y процесса перегонки бинарной смеси. Выберите линию кипения



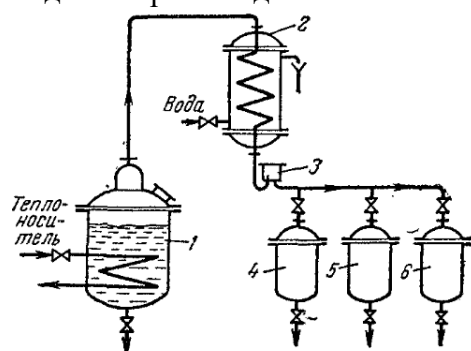
- +: AA₁ A₂ A₃B
- : AB₁ B₂ B₃B
- : AA₁ B₁ B₂ A₂B

Диаграмма равновесия пар-жидкость (перегонка). Выберите линию(и) равновесия



- +:1
- +:2
- :3

Схема установки для фракционной перегонки. Выберите позиции перегонного куба и конденсатора-охладителя



- +:1
- +:2
- :3
- :4
- :5
- :6

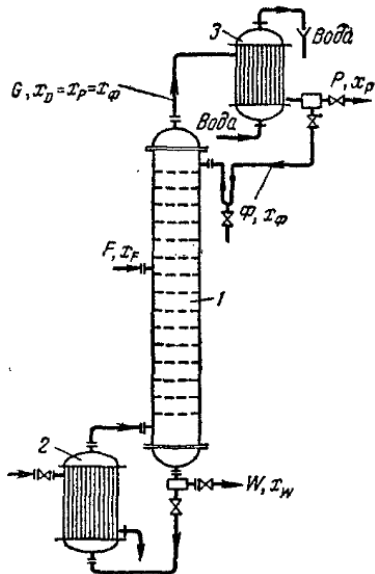
Отметьте правильный ответ

Не испарившаяся в результате ректификации высококипящая жидкость называется:

- +: остатком

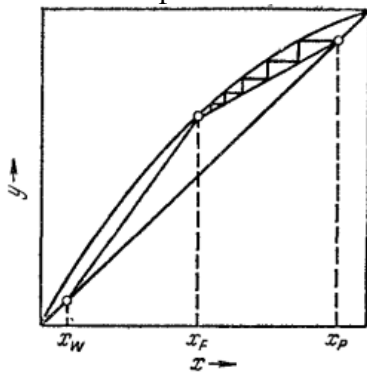
- : дистилятом
- : ректификатом

Материальный баланс ректификационной колонны (схема прив. ниже)



$$\begin{aligned}
 +: & F \cdot X_F = D \cdot X_D + W \cdot X_W \\
 -: & F \cdot X_F = D \cdot X_D - W \cdot X_W \\
 -: & F \cdot X_F = \frac{D \cdot X_D}{W \cdot X_W}
 \end{aligned}$$

Величина флегмового числа для ректификации диаграмма, которой показана на рис. ниже



$$\begin{aligned}
 +: & R = R_{\min} \\
 -: & R = R_{\infty} \\
 -: & R = (1.05 - 1.5) \cdot R_{\min}
 \end{aligned}$$

Выберите правильные варианты

При увеличении интенсивности перемешивания кристаллизационного раствора получают

- : более крупные кристаллы
- +: более мелкие кристаллы
- : кристаллы удлиненной формы

Выберите правильные варианты

Процесс выделения твердой фазы в виде кристаллов из растворов или расплавов

- : экстракция
- : ионообмен
- +: кристаллизация

-: экстрагирование (выщелачивание)

Выберите правильные варианты

Изотермическая кристаллизация применяется для растворов

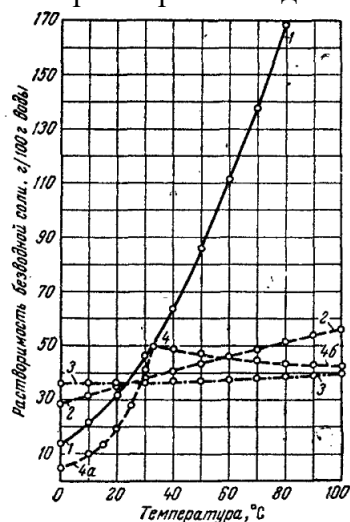
- : со слабой зависимостью растворимости от изменения температуры
- : кристаллизация которых сопровождается химической реакцией
- : с большим тепловым эффектом кристаллизации
- +: с сильной зависимостью растворимости от изменения температуры

Выберите правильный ответ(ы)

Способы проведения массовой кристаллизации из водных растворов

- +: изменение температуры раствора
- : добавление части растворителя
- +: удаление части растворителя
- : фиксирование температуры

Выберите кривые водных растворов с положительной растворимостью

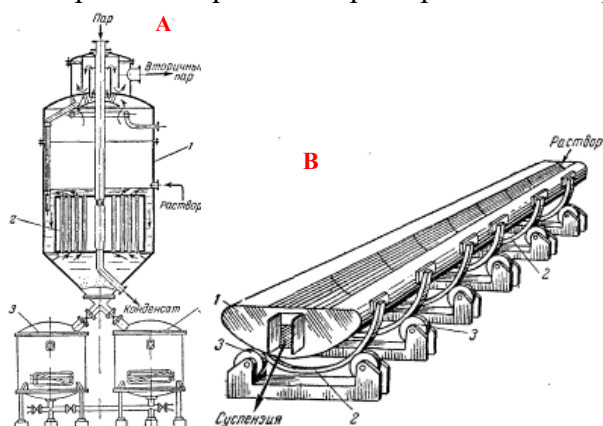


+:1-1

+:2-2

-:4-46

Выберите выпарной аппарат-кристаллизатор с выносной нагревательной камерой



-: A

-: B

+:требуемая схема отсутствует

Наименование оценочного средства					
Представление и содержание оценочных материалов	Фонд тестовых заданий, варианты контрольных работ, варианты вопросов для собеседования				
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	1. Коллоквиум, устный опрос (собеседование). Устный опрос проводится в начале лекционных и практических занятий по материалам предыдущих занятий. Участие в опросах (собеседованиях) добровольное. Ответы на вопросы должны быть точными и краткими. Правильный ответ оценивается в 0,5 балла.				
	2. Тестовые задания				
	Шкала оценивания результатов				
	Количество выполненных тестовых заданий, %	Баллы			
		Раздел 2	Раздел 3	Раздел 5	
		60 - 80	до 7,0	до 4,0	до 5,0
		80-90	до 9,0	до 5,0	до 6,0
	90-100	до 11,0	до 6,0	до 7,0	
	3. Контрольная работа				
	Шкала оценивания результатов				
Критерии оценивания	Баллы				
	Раздел 4	Раздел 6	Раздел 7	Раздел 8	
	Оформление отчета	2	1	2	2
	Правильность расчета	6	4	6	5
	Собеседование по теме работы	4	3	4	3

4. Оценочные материалы промежуточной аттестации

Наименование оценочного средства				
Представление и содержание оценочных материалов	Фонд вопросов для зачета*			
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	Студент получает зачет, набрав 55 и более баллов. (Однако не ограничивайтесь малым, стремитесь получить как можно больше баллов по дисциплине, завершающейся зачетом.)			

*Фонд вопросов для зачета

1. Научная основа аппаратурно –технологических решений промышленных производств.
2. Закон сохранения материи и энергии. Использование его при решении научно-технических проблем.
3. Гомогенные и гетерогенные смеси, фазы и фазовое равновесие
4. Законы и механизмы переноса массы и тепла
5. Массопередача, массоотдача, теплопередача, теплоотдача
6. Моделирование процесса переноса массы и тепла

7. Коэффициенты массопередачи и массоотдачи, теплопередачи, теплоотдачи
8. Абсорбция. Общие сведения. Физические основы.
9. Абсорбция. Пленочные аппараты (конструкции, принцип работы).
10. Абсорбция. Насадочный аппарат (конструкция, принцип работы).
11. Абсорбция. Насадочный аппарат (гидродинамические режимы работы).
12. Абсорбция. Тарельчатые колонны со сливными устройствами (основные конструкции, принцип работы).
13. Абсорбция. Тарельчатые колонны со сливными устройствами (гидродинамика работы тарелок).
14. Абсорбция. Колонны с тарелками без сливных устройств (основные конструкции, принцип работы).
15. Абсорбция. Колонны с тарелками без сливных устройств (гидродинамика работы провальных тарелок).
16. Выпаривание. Общие сведения
17. Схемы. Однокорпусные выпарные установки.
18. Материальный баланс однокорпусных выпарных установок
19. Тепловой баланс однокорпусных выпарных установок
20. Определение поверхности нагрева однокорпусных выпарных установок
21. Температурные потери и температура кипения растворов процесса выпаривания
22. Схемы многокорпусных выпарных установок.
23. Змеевиковый выпарной аппарат.
24. Выпарной аппарат с горизонтальной трубчатой нагревательной камерой
25. Выпарной аппарат с внутренней нагревательной камерой и центральной циркуляционной трубой
26. Выпарной аппарат с подвесной нагревательной камерой
27. Выпарной аппарат с выносной циркуляционной трубой
28. Выпарной аппарат с выносной нагревательной камерой
29. Выпарной аппарат с горизонтальной выносной нагревательной камерой
30. Выпарной аппарат с вынесенной зоной кипения
31. Выпарной прямоточный аппарат с поднимающейся пленкой
32. Роторный прямоточный выпарной аппарат
33. Выпарной аппарат с принудительной циркуляцией
34. Схема однокорпусной выпарной установки с тепловым насосом
35. Выпарной аппарат с погружной горелкой
36. Общие сведения по расчету выпарных аппаратов
37. Кристаллизация. Общие сведения
38. Равновесие при кристаллизации
39. Скорость кристаллизации, образование зародышей, рост кристаллов
40. Влияние условия кристаллизации на рост кристаллов
41. Формы, размеры кристаллов, фракционный состав, степень чистоты продукта
42. Способы кристаллизации (перечислить способы)
43. Кристаллизация с удалением части растворителя
44. Кристаллизация с изменением температуры раствора
45. Комбинированные способы кристаллизации (перечислить способы)
46. Вакуумная кристаллизация
47. Кристаллизация с испарением части испарителя в токе носителя (воздуха)
48. Дробная или фракционирование кристаллизации
49. Устройство кристаллизаторов (перечислить по принципу действия)
50. Кристаллизаторы с удалением части растворителя, выпарные аппараты-кристаллизаторы
51. Кристаллизаторы с охлаждением раствора, качающийся кристаллизатор, кристаллизаторы с ленточной мешалкой
52. Барабанные кристаллизаторы
53. Вальцовые кристаллизаторы
54. Вакуум-кристаллизаторы
55. Кристаллизаторы с псевдоожиженным слоем
56. Материальный баланс кристаллизатора
57. Тепловой баланс кристаллизатора
58. Виды простой перегонки. Схема установки для простой перегонки. Общие сведения. Термодинамика процесса

59. Схема установки для фракционной перегонки.
60. Схема установки для простой перегонки с дефлегмацией
61. Схема установки для перегонки с водяным паром.
62. Схема установки для равновесной перегонки
63. Ректификация. Общие сведения. Термодинамика процесса
64. Ректификация. Общие сведения. Термодинамика процесса
65. Схема непрерывно действующей ректификационной установки
66. Схема периодически действующей ректификационной установки
67. Материальный баланс непрерывно действующей ректификационной установки
68. Схема роторно-пленочной ректификационной колонны
69. Сушильные аппараты. Их виды.

РЕЦЕНЗИЯ

на оценочные материалы

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Тепломассообменное оборудование предприятий»

Содержание ОМ соответствует требованиям федерального государственного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» и учебному плану.

1. ОМ соответствует требованиям, предъявляемым к структуре, содержанию ОМ по дисциплине, а именно:

1.61 Перечень формируемых компетенций, которыми должен овладеть обучающийся в результате освоения дисциплины, соответствует ФГОС ВО и профстандарту, будущей профессиональной деятельности выпускника.

1.62 Показатели и критерии оценивания компетенций, а также шкалы оценивания обеспечивают возможность проведения всесторонней оценки результатов обучения, уровней сформированности компетенций.

1.63 Контрольные задания и иные материалы оценки результатов освоения разработаны на основе принципов оценивания: валидности, определённости, однозначности, надёжности, а также соответствуют требованиям к составу и взаимосвязи оценочных средств, полноте по количественному составу оценочных средств и позволяют объективно оценить результаты обучения, уровни сформированности компетенций.

1.64 Методические материалы ОМ содержат чётко сформулированные рекомендации по проведению процедуры оценивания результатов обучения и сформированности компетенций.

2. Направленность ОМ по дисциплине соответствует целям ОПОП ВО по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», профстандартам.

3. Объём ОМ соответствует учебному плану подготовки.

4. Качество ОМ в целом обеспечивают объективность и достоверность результатов при проведении оценивания с различными целями.

Заключение. На основании проведенной экспертизы можно сделать заключение, что ОМ по дисциплине соответствует требованиям ФГОС ВО, профессионального стандарта, современным требованиям рынка труда и рекомендуются для использования в учебном процессе.

Следует отметить, что созданы условия для максимального приближения системы оценки и контроля компетенций обучающихся, к условиям их будущей профессиональной деятельности.

Рассмотрено на заседании учебно-методического совета ИТЭ 27.10.2020 г., протокол № 7/20

Председатель УМС

Чичирова Н.Д.

Рецензент

Ильин О.В., Казанские тепловые сети – филиал АО Татэнерго,

начальник ПТО, к.т.н.

(Фамилия И.О., место работы, должность, ученая степень)

