

**ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ**

Утверждено:
на заседании кафедры ТМО
протокол № 8 от «20» апреля 2022 г.
Зав. кафедрой


_____ / Юминов И.П.

Согласовано:
Председатель УМК
Инженерного факультета



_____ / Баннова А.В.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Современное оборудование предприятий топливно-энергетического комплекса

Дисциплина по выбору части,
формируемой участниками образовательных отношений – Б1.В.ДВ.03.02

Программа магистратуры

Направление подготовки

15.04.02 – Технологические машины и оборудование

Направленность (профиль) подготовки

«Инжиниринг технологического оборудования химических и нефтехимических
производств»

Квалификация

магистр

Разработчик (составитель)
профессор, докт. техн. наук
(должность, ученая степень, ученое звание)


_____ / Саитов Р.И.
(подпись, Фамилия И.О.)

Для приема: 2022 г.

Уфа 2022 г.

Разработчик (составитель): профессор, докт. техн. наук Сайтов Р.И.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры ТМО протокол № 8 от «20» апреля 2022 г.

Зав. кафедрой _____ / Юминов И.П.



Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	4
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	5
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	5
4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.	5
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.	6
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	15
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	15
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы	15
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	16

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

По итогам освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

Категория (группа) компетенций (при наличии ОПК)	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
Выполнение научно-исследовательской работы в области технологического оборудования химических и нефтехимических производств	ПК-5 Способен проводить патентные исследования, оформлять документацию	ИДК _{ПК-5.1} знать базу данных по изобретениям в области технологического оборудования химических и нефтехимических производств;	Знает историю развития и этапы усовершенствования технологического оборудования химических и нефтехимических производств
		ИДК _{ПК-5.2} уметь находить возможные направления изобретательства в области технологического оборудования химических и нефтехимических производств;	Умеет анализировать текущие проблемы конструкции технологического оборудования химических и нефтехимических производств и способы их решения
		ИДК _{ПК-5.3} владеть навыками в составлении заявок на изобретения и промышленные образцы в области технологического оборудования химических и нефтехимических производств	Владеет навыками в составлении заявок на изобретения и промышленные образцы в области технологического оборудования химических и нефтехимических производств
Подготовка производства и обоснование технологических процессов в области технологического оборудования химических и нефтехимических производств, конструкционных материалов и технологий	ПК-7 Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере, разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов с анализом их результатов	ИДК _{ПК-7.1} знать возможности прикладных программных продуктов для проектирования систем автоматизации	Знает технологические параметры и режимы работы технологических установок
		ИДК _{ПК-7.2} уметь пользоваться программой создания мнемосхем технологического процесса	Умеет оптимизировать техпроцессы производства на технологической установке
		ИДК _{ПК-7.3} владеть методами программирования логических контроллеров и микроконтроллеров	Владеет способностью управлять процессами производства путем программирования и отладки микроконтроллеров

<p>Обоснование проектов и подготовка конструкторской документации в области технологического оборудования химических и нефтехимических производств, конструктивных материалов и технологий</p>	<p>ПК-9 - Способен разрабатывать с использованием CAD-, CAPP-систем технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности.</p>	<p>ИДК_{ПК-9.1} знать основные методы контроля технических требований, предъявляемых к машиностроительным изделиям средней сложности; основные технологические свойства конструкционных материалов машиностроительных изделий средней сложности; основные принципы работы в современных CAD-системах; современные CAD-системы, их функциональные возможности для проектирования геометрических 2D- и 3D-моделей машиностроительных изделий средней сложности; характеристики основных видов исходных заготовок и методов их получения; принципы выбора контрольно-измерительных приборов и инструмента; методика расчета экономической эффективности технологических процессов; передовой отечественный и зарубежный опыт обеспечения качества изготовления машиностроительных изделий средней сложности; способы повышения производительности технологических процессов; прогрессивные средства технологического оснащения.</p>	<p>Знать основные методы контроля технических требований, предъявляемых к машиностроительным изделиям средней сложности; методику расчета экономической эффективности технологических процессов; передовой отечественный и зарубежный опыт обеспечения качества изготовления машиностроительных изделий средней сложности; способы повышения производительности технологических процессов; прогрессивные средства технологического оснащения.</p>
		<p>ИДК_{ПК-9.2} уметь использовать CAD-системы для выявления конструктивных особенностей машиностроительных изделий средней сложности, влияющих на выбор метода получения исходной заготовки; выбирать вид, метод получения и основные требования к конструкции исходной заготовки для машиностроительных изделий средней сложности; оценивать технологические процессы изготовления деталей машиностроения, разработанные специалистами более низкой квалификации; рассчитывать погрешности обработки при выполнении операций изготовления машиностроительных изделий средней сложности; использовать CAPP-системы для нормирования технологических операций изготовления машиностроительных изделий средней сложности; рассчитывать экономическую эффективность проектируемых технологических процессов изготовления машиностроительных изделий</p>	<p>Уметь использовать CAD-системы для выявления конструктивных особенностей машиностроительных изделий средней сложности, влияющих на выбор метода получения исходной заготовки; рассчитывать эффективность проектируемых технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности.</p>

		средней сложности.	
		ИДКпк-9.3 владеть навыками выбора с применением САД-, САРР-систем вида и методов изготовления исходных заготовок для машиностроительных изделий средней сложности; контроля проектов заготовок и технических заданий на проектирование заготовок, подготовленных специалистами более низкой квалификации; контроля технологических процессов, разработанных специалистами более низкой квалификации; разработка с применением САД-, САРР-, PDM-систем технических заданий на проектирование специальных контрольно-измерительных приборов и инструмента, необходимых для реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности; расчет точности обработки при проектировании операций изготовления машиностроительных изделий средней сложности; определение экономической эффективности проектируемых технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности.	Владеть навыками контроля проектов заготовок и технических заданий на проектирование заготовок, подготовленных специалистами более низкой квалификации; контроля технологических процессов, разработанных специалистами более низкой квалификации.

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Современное оборудование предприятий топливно-энергетического комплекса» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, к дисциплине по выбору.

Дисциплина изучается:

на 2 курсе в 4 семестре для очной и заочной форм обучения;
на 3 курсе в 5 семестре для очно-заочной формы обучения.

Цели изучения дисциплины: усвоение обучающимися профессиональных компетенций, позволяющих работать с технологическими установками химических и нефтехимических производств. В обязанности входит:

- знать этапы производства продуктов установки;
- уметь распознавать конфликты работоспособности взаимосвязанных объектов установки;
- решать проблемы нарушения корректной работы технологической установки;
- совершенствовать технологический процесс путем замены модернизации, внедрения оборудования, автоматизации.

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.

ПК-5 Способен проводить патентные исследования, оформлять документацию

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ИДК _{ПК-5.1} знать базу данных по изобретениям в области технологического оборудования химических и нефтехимических производств;	Знает историю развития и этапы усовершенствования технологического оборудования химических и нефтехимических производств	Не знает историю развития оборудования нефтехимического сектора экономики	Фрагментировано знает историю развития оборудования, в целом понимает суть идей усовершенствования	Хорошо понимает цель и задачи, которые были достигнуты в ходе развития и модернизации технологического оборудования	Знает историю развития и этапы усовершенствования технологического оборудования химических и нефтехимических производств
ИДК _{ПК-5.2} уметь находить возможные направления изобретательства в области технологического оборудования химических и нефтехимических производств;	Умеет анализировать текущие проблемы конструкции технологического оборудования химических и нефтехимических производств и способы их решения	Не умеет решать производственные проблемы технологической установки	Умеет выявлять основные проблемы производства	Умеет анализировать текущие проблемы конструкции технологического оборудования химических и нефтехимических производств	Умеет анализировать текущие проблемы конструкции технологического оборудования химических и нефтехимических производств и способы их решения

ИДК _{ПК-5.3} владеть навыками в составлении заявок на изобретения и промышленные образцы в области технологического оборудования химических и нефтехимических производств	Владеет навыками в составлении заявок на изобретения и промышленные образцы в области технологического оборудования химических и нефтехимических производств	Не способен составлять документацию	Способен изложить в виде отчета конструктивные решения по модернизации оборудования	Способен модернизировать и патентовать методы и способы улучшения работы установки и оборудования в целом	Способен модернизировать и патентовать методы и способы улучшения работы установки и оборудования, в т.ч. автоматизацию.
--	--	-------------------------------------	---	---	--

ПК-7 Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере, разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов с анализом их результатов

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ИДК _{ПК-7.1} знать возможности прикладных программных продуктов для проектирования систем автоматизации	Знает технологические параметры и режимы работы технологических установок	Не знает режимов производства	Фрагментировано разбирается в вопросах режима работы установок производства	Знает режимы работы технологических установок, фрагментировано разбирается в технологических параметрах	Знает технологические параметры и режимы работы технологических установок
ИДК _{ПК-7.2} уметь пользоваться программой создания мнемосхем технологического процесса	Умеет оптимизировать техпроцессы производства на технологической установке	Не умеет проводить работы по оптимизации работ на установке	Частично умеет оптимизировать техпроцессы производства на технологической установке	Умеет оптимизировать техпроцессы производства на технологической установке	Умеет оптимизировать техпроцессы производства на технологической установке
ИДК _{ПК-7.3} владеть методами программирования логических контроллеров и микроконтроллеров	Владеет способностью управлять процессами производства путем программирования и отладки микроконтроллеров	Не разбирается в КИПиА.	Частично разбирается в КИПиА	В целом способен управлять процессами в технологических аппаратах	Владеет способностью управлять процессами производства путем программирования и отладки микроконтроллеров

ПК-9 Способен разрабатывать с использованием САД-, САРР-систем технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ИДК _{ПК-9.1} знать основные методы контроля технических требований, предъявляемых к машиностроительным изделиям средней сложности; основные технологические свойства конструкционных материалов машиностроительных изделий средней сложности; основные принципы работы в современных САД-системах; современные САД-системы, их функциональные возможности для проектирования геометрических 2D- и 3D-моделей машиностроительных изделий средней сложности; характеристики основных видов исходных заготовок и методов их получения; принципы выбора контрольно-измерительных приборов и инструмента; методика расчета экономической эффективности технологических процессов; передовой отечественный и зарубежный опыт обеспечения качества изготовления машиностроительных изделий	Знать основные методы контроля технических требований, предъявляемых к машиностроительным изделиям средней сложности; методику расчета экономической эффективности технологических процессов; передовой отечественный и зарубежный опыт обеспечения качества изготовления машиностроительных изделий средней сложности; способы повышения производительности технологических процессов; прогрессивные средства технологического оснащения.	Не знает основных методов контроля технических требований, предъявляемых к машиностроительным изделиям средней сложности; методику расчета экономической эффективности технологических процессов; передовой отечественный и зарубежный опыт обеспечения качества изготовления машиностроительных изделий средней сложности; способы повышения производительности технологических процессов; прогрессивные средства технологического оснащения.	Фрагментировано разбирается в основных методах контроля технических требований, предъявляемых к машиностроительным изделиям средней сложности; методику расчета экономической эффективности технологических процессов; передовой отечественный и зарубежный опыт обеспечения качества изготовления машиностроительных изделий средней сложности; способы повышения производительности технологических процессов; прогрессивные средства технологического оснащения.	Знает основные методы контроля технических требований, предъявляемых к машиностроительным изделиям средней сложности; методику расчета экономической эффективности технологических процессов; передовой отечественный и зарубежный опыт обеспечения качества изготовления машиностроительных изделий средней сложности.	Знает основные методы контроля технических требований, предъявляемых к машиностроительным изделиям средней сложности; методику расчета экономической эффективности технологических процессов; передовой отечественный и зарубежный опыт обеспечения качества изготовления машиностроительных изделий средней сложности; способы повышения производительности технологических процессов; прогрессивные средства технологического оснащения.

средней сложности; способы повышения производительности технологических процессов; прогрессивные средства технологического оснащения.					
ИДК _{ПК-9.2} уметь использовать САД-системы для выявления конструктивных особенностей машиностроительных изделий средней сложности, влияющих на выбор метода получения исходной заготовки; выбирать вид, метод получения и основные требования к конструкции исходной заготовки для машиностроительных изделий средней сложности; оценивать технологические процессы изготовления деталей машиностроения, разработанные специалистами более низкой квалификации; рассчитывать погрешности обработки при выполнении операций изготовления машиностроительных изделий средней сложности; использовать САРР-системы для нормирования технологических операций изготовления машиностроительных изделий средней сложности; рассчитывать экономическую эффективность проектируемых технологических процессов изготовления машиностроительных изделий	Уметь использовать САД-системы для выявления конструктивных особенностей машиностроительных изделий средней сложности, влияющих на выбор метода получения исходной заготовки; рассчитывать эффективность проектируемых технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности.	Не умеет использовать САД-системы для выявления конструктивных особенностей машиностроительных изделий средней сложности, влияющих на выбор метода получения исходной заготовки; рассчитывать эффективность проектируемых технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности.	Частично умеет использовать САД-системы для выявления конструктивных особенностей машиностроительных изделий средней сложности, влияющих на выбор метода получения исходной заготовки; рассчитывать эффективность проектируемых технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности.	Умеет использовать САД-системы для выявления конструктивных особенностей машиностроительных изделий средней сложности, влияющих на выбор метода получения исходной заготовки.	Умеет использовать САД-системы для выявления конструктивных особенностей машиностроительных изделий средней сложности, влияющих на выбор метода получения исходной заготовки; рассчитывать эффективность проектируемых технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности.

средней сложности.					
<p>ИДК_{ПК-9.3} владеть навыками выбора с применением CAD-, CAPP-систем вида и методов изготовления исходных заготовок для машиностроительных изделий средней сложности; контроля проектов заготовок и технических заданий на проектирование заготовок, подготовленных специалистами более низкой квалификации; контроля технологических процессов, разработанных специалистами более низкой квалификации; разработка с применением CAD-, CAPP-, PDM-систем технических заданий на проектирование специальных контрольно-измерительных приборов и инструмента, необходимых для реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности; расчет точности обработки при проектировании операций изготовления машиностроительных изделий средней сложности; определение экономической эффективности проектируемых технологических процессов изготовления машиностроительных изделий</p>	<p>Владеть навыками контроля проектов заготовок и технических заданий на проектирование заготовок, подготовленных специалистами более низкой квалификации; контроля технологических процессов, разработанных специалистами более низкой квалификации.</p>	<p>Не владеет навыками контроля проектов заготовок и технических заданий на проектирование заготовок, подготовленных специалистами более низкой квалификации; контроля технологических процессов, разработанных специалистами более низкой квалификации.</p>	<p>Частично разбирается в проектах заготовок и технических заданий на проектирование заготовок, подготовленных специалистами более низкой квалификации; контроля технологических процессов, разработанных специалистами более низкой квалификации.</p>	<p>В целом владеет навыками контроля проектов заготовок и технических заданий на проектирование заготовок, подготовленных специалистами более низкой квалификации; контроля технологических процессов, разработанных специалистами более низкой квалификации.</p>	<p>Полностью владеет навыками контроля проектов заготовок и технических заданий на проектирование заготовок, подготовленных специалистами более низкой квалификации; контроля технологических процессов, разработанных специалистами более низкой квалификации.</p>

средней сложности.					
--------------------	--	--	--	--	--

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
ИДК _{ПК-5.1} знать базу данных по изобретениям в области технологического оборудования химических и нефтехимических производств;	Знает историю развития и этапы усовершенствования технологического оборудования химических и нефтехимических производств	Коллоквиум
ИДК _{ПК-5.2} уметь находить возможные направления изобретательства в области технологического оборудования химических и нефтехимических производств;	Умеет анализировать текущие проблемы конструкции технологического оборудования химических и нефтехимических производств и способы их решения	Коллоквиум
ИДК _{ПК-5.3} владеть навыками в составлении заявок на изобретения и промышленные образцы в области технологического оборудования химических и нефтехимических производств	Владет навыками в составлении заявок на изобретения и промышленные образцы в области технологического оборудования химических и нефтехимических производств	Контрольная работа
ИДК _{ПК-7.1} знать возможности прикладных программных продуктов для проектирования систем автоматизации	Знает технологические параметры и режимы работы технологических установок	Коллоквиум
ИДК _{ПК-7.2} уметь пользоваться программой создания мнемосхем технологического процесса	Умеет оптимизировать техпроцессы производства на технологической установке	Коллоквиум
ИДК _{ПК-7.3} владеть методами программирования логических контроллеров и микроконтроллеров	Владет способностью управлять процессами производства путем программирования и отладки микроконтроллеров	Контрольная работа
ИДК _{ПК-9.1} знать основные методы контроля технических требований, предъявляемых к машиностроительным изделиям средней сложности; основные технологические свойства конструкционных материалов машиностроительных изделий средней сложности; основные принципы работы в современных САД-системах; современные САД-системы, их функциональные возможности для	Знать основные методы контроля технических требований, предъявляемых к машиностроительным изделиям средней сложности; методику расчета экономической эффективности технологических процессов; передовой отечественный и зарубежный	Коллоквиум

<p>проектирования геометрических 2D- и 3D-моделей машиностроительных изделий средней сложности; характеристики основных видов исходных заготовок и методов их получения; принципы выбора контрольно-измерительных приборов и инструмента; методика расчета экономической эффективности технологических процессов; передовой отечественный и зарубежный опыт обеспечения качества изготовления машиностроительных изделий средней сложности; способы повышения производительности технологических процессов; прогрессивные средства технологического оснащения.</p>	<p>опыт обеспечения качества изготовления машиностроительных изделий средней сложности; способы повышения производительности технологических процессов; прогрессивные средства технологического оснащения.</p>	
<p>ИДК_{ПК-9.2} уметь использовать САД-системы для выявления конструктивных особенностей машиностроительных изделий средней сложности, влияющих на выбор метода получения исходной заготовки; выбирать вид, метод получения и основные требования к конструкции исходной заготовки для машиностроительных изделий средней сложности; оценивать технологические процессы изготовления деталей машиностроения, разработанные специалистами более низкой квалификации; рассчитывать погрешности обработки при выполнении операций изготовления машиностроительных изделий средней сложности; использовать САРР-системы для нормирования технологических операций изготовления машиностроительных изделий средней сложности; рассчитывать экономическую эффективность проектируемых технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности.</p>	<p>Уметь использовать САД-системы для выявления конструктивных особенностей машиностроительных изделий средней сложности, влияющих на выбор метода получения исходной заготовки; рассчитывать эффективность проектируемых технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности.</p>	<p>Коллоквиум</p>
<p>ИДК_{ПК-9.3} владеть навыками выбора с применением САД-, САРР-систем вида и методов изготовления исходных заготовок для машиностроительных изделий средней сложности; контроля проектов заготовок и технических заданий на проектирование заготовок, подготовленных специалистами более низкой квалификации; контроля технологических процессов, разработанных специалистами более низкой квалификации; разработка с применением САД-, САРР-, PDM-систем технических заданий на проектирование специальных контрольно-измерительных приборов и инструмента, необходимых для реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности; расчет точности обработки при проектировании операций изготовления машиностроительных изделий средней сложности; определение экономической эффективности проектируемых технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности.</p>	<p>Владеть навыками контроля проектов заготовок и технических заданий на проектирование заготовок, подготовленных специалистами более низкой квалификации; контроля технологических процессов, разработанных специалистами более низкой квалификации.</p>	<p>Контрольная работа</p>

Экзаменационные билеты

Структура экзаменационного билета:

Экзаменационный билет содержит по два вопроса, на которые необходимо ответить письменно и устно. Преподаватель вправе задать один дополнительный вопрос из банка вопросов, либо уточняющие вопросы по соответствующей теме. При устном докладе студенту рекомендуется давать развернутый подробный ответ для подтверждения освоения компетенций по дисциплине.

Перечень вопросов для экзамена:

1. Последовательность расчета теплообменника методом E - N.
2. Расчет коэффициентов теплоотдачи в теплообменных аппаратах в случае их зависимости от температуры поверхности теплообмена.
3. Оребренные трубчатые теплообменники. Конструкции и применение. Характеристики оребрения. Технология оребрения.
4. Эффективность оребрения. Эффективность оребренной поверхности. Расчет коэффициента теплопередачи для оребренных поверхностей.
5. Гидравлический расчет теплообменных аппаратов. Основные виды гидравлических потерь в теплообменниках. Определение требуемой мощности на прокачку теплоносителя.
6. Способы увеличения тепловой нагрузки в теплообменных аппаратах (оребрение, интенсификация теплообмена).
7. Рекуперативные теплообменники периодического действия с водяным и паровым подогревом. Определение времени нагрева 29 теплоносителя.
8. Принцип работы тепловых труб. Типы фитилей. Определения количества переданного тепла. Ограничения на работу тепловых труб. Теплообменные аппараты на тепловых трубах.
9. Регенеративные теплообменные аппараты Их основные конструкции. Преимущества и недостатки по сравнению с рекуперативными.
10. Изменение температур насадки регенератора. Коэффициент аккумуляции насадки. Температурный гистерезис
11. Коэффициент теплопередачи регенеративного теплообменника. Сравнение тепловой эффективности регенератора и рекуператора.
12. H-d диаграмма влажного воздуха. Вид основных процессов обработки воздуха в H-d диаграмме.
13. Вид основных процессов обработки воздуха в смесительных теплообменниках в H-d диаграмме.
14. Аппараты влажного воздуха. Их расчет при помощи коэффициента влаговываждения.
15. Соотношение Льюиса и уравнение Меркеля. Их применение для расчета теплообменных аппаратов влажного воздуха
16. Конструкции смесительных теплообменников. Тепловой и материальный баланс смесительных теплообменников.
17. Последовательность построения процесса обработки воздуха в смесительных теплообменниках Средняя разность температур в смесительных теплообменниках.
18. Последовательность расчета полых и насадочных скрубберов.
19. Системы оборотного водоснабжения. Их назначение и классификация.
20. Сравнительная характеристика основных типов градирен.
21. Конструкция вентиляторной градирни и аппарата воздушного охлаждения Выбор расчетной температуры и влажности атмосферного воздуха.

Образец экзаменационного билета:

ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»
Инженерный факультет
Кафедра «Технологические машины и оборудование»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

по учебной дисциплине «Современное оборудование предприятий топливно-энергетического комплекса»

Направление: 15.04.02 – Технологические машины и оборудование
Профиль: Инжиниринг технологического оборудования химических и нефтехимических производств

1. Расчёты процесса противоточной экстракции?
2. Физико-химические основы адсорбции. Классификация адсорбентов?

Утверждено на заседании кафедры _____, протокол № ____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Критерии оценивания:

для экзамена:

- «неудовлетворительно» - не ответил ни на один вопрос правильно;
- «удовлетворительно» - правильно ответил на один вопрос из билета;
- «хорошо» - правильно ответил на два вопроса из билета;
- «отлично» - правильно ответил на два вопроса из билета и на дополнительные вопросы преподавателя по соответствующей теме.

Планы семинарских занятий

Вопросы для коллоквиумов

Тема 1. Основные виды и классификация теплообменного оборудования промышленных предприятий

1. Дайте определение рекуперативного, регенеративного и смешительного теплообменников.
2. Назовите основные типы аппаратов с промежуточным теплоносителем.
3. Перечислите режимы работы теплообменников.
4. Перечислите оборудование теплоемкообменной установки.
5. Дайте сравнительную оценку воды, водяного пара и дымовых газов как теплоносителей и ориентировочный диапазон их скоростей в теплообменных аппаратах.
6. Для каких теплоносителей выше затраты мощности на перемещение в каналах - газообразных или капельных жидкостей?
7. Какими свойствами должны обладать высокотемпературные теплоносители и в каких случаях рационально применять их в теплообменниках?

Тема 2 «Рекуперативные теплообменные аппараты»

1. В каком из теплообменников - кожухотрубчатом или подогревателе-аккумуляторе - выше коэффициент теплопередачи при использовании одних и тех же теплоносителей с одинаковыми начальными температурами?

2. Перечислите способы компенсации температурных удлинений в кожухотрубчатых теплообменниках.

3. Если теплоноситель может загрязнить поверхность теплообмена в кожухотрубчатом теплообменнике, куда его следует направлять - в трубки или в межтрубное пространство?

4. Какой из теплообменников удобней чистить: кожухотрубчатый, спиральный или пластинчатый?

5. Какие достоинства и недостатки имеют спиральные и пластинчатые теплообменники по сравнению с кожухотрубчатыми?

6. В каких случаях в теплообменниках целесообразно применять ребристые трубы?

7. Влияет ли технология изготовления ребристой трубы на коэффициент теплопередачи?

8. Какие достоинства и недостатки имеют тепловые трубы и двухфазные термосифоны?

9. Как влияет присутствие неконденсирующегося газа в тепловой трубе на ее теплопередающую способность?

10. Какими факторами ограничивается максимальный тепловой поток для тепловой трубы?

11. Определите расход нагреваемой воды G_2 и площадь поверхности нагрева F прямоточного водоводяного теплообменника, если известны: расход греющей воды $G_1 = 15$ кг/с, температура греющей воды на входе и выходе теплообменника $t'_{i1} = 120^\circ\text{C}$, $t''_{i1} = 80^\circ\text{C}$, температура нагреваемой воды на входе и выходе $t_{21} = 10^\circ\text{C}$ и $t''_{21} = 60^\circ\text{C}$, коэффициент теплопередачи $k_s = 1900$ Вт/(м²·К) и коэффициент, учитывающий потери теплоты $\eta_{\text{п}} = 0,98$.

12. В противоточный водоводяной теплообменник, имеющий площадь поверхности нагрева $F = 2$ м², греющая вода поступает с температурой $t'_{i1} = 90^\circ\text{C}$, ее расход $G_{i1} = 0,3$ кг/с. Расход нагреваемой воды $G_2 = 0,5$ кг/с, и ее температура на входе в теплообменник $t_{21} = 30^\circ\text{C}$. Определите тепловую нагрузку теплообменника Q и конечные температуры теплоносителей t''_{i1} и t''_{21} , если известно, что коэффициент теплопередачи от нагретой воды к холодной $k = 1400$ Вт/(м²·К).

13. Для пароводяного кожухотрубчатого теплообменника определите число труб n , число ходов в трубном пучке и внутренний диаметр корпуса аппарата D_B , если известно: площадь поверхности теплообмена $F = 300$ м², внутренний и наружный диаметры труб $d_B/d_H = 18/20$ мм, длина труб $L = 4$ м, расход воды $G_T = 120$ кг/с, скорость воды в трубах $w = 1,5$ м/с, средняя температура воды $t = 60^\circ\text{C}$. Значения шага труб s и коэффициента заполнения трубной решетки Γ оцените самостоятельно.

14. Для спирального теплообменника определите наружный диаметр спирали D_H при следующих исходных данных: площадь поверхности теплообмена $F = 80$ м², ширина и высота поперечного сечения прямоугольных каналов, образованных соседними спиралями соответственно $b = 8$ мм и $h = 1$ м; толщина спиралей $\delta = 3$ мм, диаметр первого витка $d = 0,3$ м.

15. Определите коэффициент теплопередачи для теплообменника, выполненного из латунных труб с поперечными круглыми наружными ребрами, при следующих условиях: диаметр труб $d_B/d_H = 22/24$ мм, коэффициент теплопроводности материала стенки и ребер $\lambda_{\text{ст}} = \lambda_{\text{р}} = 105$ Вт/(м·К), наружный диаметр ребер $D_{\text{р}} = 48$ мм, толщина ребер $\delta_{\text{р}} = 3$ мм, шаг ребер $s_{\text{р}} = 5$ мм, коэффициент теплоотдачи от горячего воздуха к ребристой поверхности $\alpha_{i1} = 60$ Вт/(м²·К), коэффициент теплоотдачи от внутренней поверхности стенки труб к охлаждающей воде $\alpha_{21} = 7000$ Вт/(м²·К). Термическим сопротивлением контакта между поверхностью трубы и ребер можно пренебречь.

16. Рассчитайте площадь поверхности нагрева водонагревателя-13 аккумулятора с водяным обогревом для нагревания в течение времени $\tau = 5$ ч массы воды $M_2 = 10$ т от начальной температуры $t'_{21} = 10^\circ\text{C}$ до конечной температуры $t''_{21} = 50^\circ\text{C}$ при расходе греющей воды $G_{i1} = 1,1$ кг/с и температуре на входе $t'_{i1} = 70^\circ\text{C}$. При расчете принять: коэффициент

теплопередачи $k = 500 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{-К})$, удельная теплоемкость воды $c = 4,19 \text{ кДж}/(\text{кг}\text{-К})$.

17. Определите тепловой поток Q , передаваемый вертикально расположенным двухфазным термосифоном, заполненным водой и выполненным из медной трубы диаметром $d_B/d_H = 21/25 \text{ мм}$. Транспортная зона отсутствует, длина конденсатора равна длине испарителя, т. е. $L_K = L_H = 0,5 \text{ м}$. Температура наружной стенки испарителя $t_{\text{н}} = 90^\circ\text{C}$, температура наружной стенки конденсатора $t_K = 70^\circ\text{C}$. При расчете принять: коэффициент теплопроводности меди $\lambda = 350 \text{ Вт}/(\text{м}\text{-К})$, коэффициент теплоотдачи в испарителе $\alpha_i = 18000 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{-К})$, коэффициент теплоотдачи в конденсаторе $\alpha_k = 6000 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{-К})$.

18. Определите предельный тепловой поток Q , ограниченный капиллярными силами, для горизонтально расположенной тепловой трубы. Корпус трубы и сетчатая капиллярная структура выполнены из нержавеющей стали, в качестве теплоносителя используется вода, температура насыщения которой $t_H = 107^\circ\text{C}$. Тепловая труба имеет следующие геометрические характеристики: диаметр корпуса $d_B/d_H = 23/25 \text{ мм}$, длины испарителя, конденсатора и транспортной зоны соответственно $B_i = 0,2 \text{ м}$, $L_K = 0,25 \text{ м}$, $L_T = 0,3 \text{ м}$, толщина капиллярной структуры $5\Phi = 1,2 \text{ мм}$, коэффициент проницаемости фитиля $K = 0,77 \cdot 10^{-10} \text{ м}^2$, радиус капиллярных пор $R = 0,06 \text{ мм}$.

19. Определите перепад давления Δp в межтрубном пространстве кожухотрубчатого теплообменника с поперечными перегородками. Теплоноситель вода, средняя температура которой $t_B = 30^\circ\text{C}$. Характеристики межтрубного пространства: диаметр трубы $d_{\text{н}} = 25 \text{ мм}$, число рядов труб $z = 9$, количество перегородок $n = 18$. Скорости: поперечная в узком месте диаметрального сечения между перегородками $w_{\text{поп}} = 0,5 \text{ м}/\text{с}$, продольная в вырезах поперечных перегородок $w_{\text{пр}} = 0,6 \text{ м}/\text{с}$, в штуцерах $w_{\text{шт}} = 0,7 \text{ м}/\text{с}$.

Тема 4 «Регенеративные теплообменные аппараты»

1. Какие преимущества и недостатки имеют регенеративные аппараты по сравнению с рекуперативными?

2. Какие насадки обладают большим значением коэффициента аккумуляции теплоты, керамические или металлические?

3. Когда выше средняя температура поверхности насадки в течение цикла: в период нагревания или в период охлаждения?

4. В каком случае следует учитывать лучистый теплообмен: при передаче теплоты от горячих газов к насадке или при передаче от насадки к нагреваемому воздуху?

5. Какие преимущества и недостатки псевдооживления?

6. Объясните физическую сущность образования кипящего слоя. Как происходит изменение перепада давления, высоты материала и коэффициента теплоотдачи с повышением скорости газа?

7. Определите коэффициент аккумуляции теплоты γ для кирпичной насадки высокотемпературного регенератора, если известны: половина толщины кирпича $s = 25 \text{ мм}$, коэффициент температуропроводности насадки $a = 5,6 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$, продолжительность одного цикла работы регенератора $\tau_{\text{ц}} = 2 \text{ ч}$.

8. Для регенератора рассчитайте коэффициент теплопередачи k и количество передаваемой теплоты Q за время одного цикла при следующих исходных данных: площадь поверхности насадки $F = 2000 \text{ м}^2$, средние температуры дымовых газов и нагреваемого воздуха соответственно $t_g = 800^\circ\text{C}$ и $t_0 = 500^\circ\text{C}$, время цикла $\tau_{\text{ц}} = 1 \text{ ч}$, продолжительности периодов нагрева и охлаждения одинаковы $t_H = t_0 = 0,5\tau_{\text{ц}}$, коэффициент теплоотдачи от дымовых газов $\alpha_H = 100 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{-К})$, коэффициент теплоотдачи к воздуху $\alpha_0 = 30 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{-К})$, толщина кирпича $\delta = 40 \text{ мм}$, коэффициент температурного гистерезиса $\xi = 3$, теплофизические характеристики материала насадки: $\lambda = 1,2 \text{ Вт}/(\text{м}\text{-К})$, $c = 1,05 \text{ кДж}/(\text{кг}\text{-К})$, $\rho = 2000 \text{ кг}/\text{м}^3$.

9. Слой материала с насыпной плотностью $\rho_{\text{нас}} = 1400 \text{ кг}/\text{м}^3$, состоящий из твердых частиц с эквивалентным диаметром $d = 3 \text{ мм}$, продувается дымовыми газами, для которых известны: плотность $\rho = 0,275 \text{ кг}/\text{м}^3$ и коэффициент кинематической вязкости $\nu = 1,74 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$. Определите: скорость начала псевдооживления $w^*_{0,1}$, скорость начала уноса частиц $w^*_{0,2}$,

оптимальную скорость газа $w_{опГ}$ в ламинарной области, соответствующую максимальному значению коэффициента теплоотдачи.

Тема 5 «Смесительные теплообменники»

1. Почему энтальпию и влагосодержание воздуха рассчитывают на 1 кг сухого воздуха?
2. При какой относительной влажности воздуха температура мокрого термометра равна температуре сухого термометра?
3. Какую воду, холодную или горячую, следует применять для осушения воздуха, какую для его увлажнения?
4. Какая температура является пределом нагревания или охлаждения воздуха в скруббере?
5. Перечислите достоинства и недостатки скрубберов с насадкой и без нее.
6. Определите тепловой поток Q , который необходимо отводить в рекуперативном воздухоохладителе, и количество выпадающей на его поверхности влаги W , если при температуре воздуха $t_1 = 60^\circ\text{C}$ и его относительной влажности $\phi_1 = 30\%$ производительность воздухоохладителя $L = 30 \text{ м}^3/\text{с}$, Охлаждение воздуха производится до $t_2 = 30^\circ\text{C}$.
7. Смешиваются $L_1 = 1000 \text{ кг}$ воздуха с температурой $t_1 = 20^\circ\text{C}$, относительной влажностью $\phi_1 = 60\%$ и $L_2 = 3000 \text{ кг}$ воздуха с параметрами $t_2 = 50^\circ\text{C}$, $\phi_2 = 50\%$. Для полученной смеси определите по $h-d$ - диаграмме следующие параметры: энтальпию $h_{см}$, влагосодержание, температуру $t_{см}$ и относительную влажность $\phi_{см}$.
8. Определите тепловой поток Q , переданный в скруббере, и расход охлаждающей воды G_B , если в скруббер поступает воздух в количестве $L = 3 \text{ кг/с}$ при температуре $t' = 150^\circ\text{C}$ с энтальпией $h' = 418 \text{ кДж/кг}$ и выходит из него с энтальпией $h'' = 209 \text{ кДж/кг}$. Охлаждающая вода имеет температуру на входе $t_B' = 15^\circ\text{C}$ и на выходе $t_B'' = 55^\circ\text{C}$.

Тема 6 «Выпарные, перегонные и ректификационные установки»

1. Чем отличается перегонка жидких смесей от выпаривания, от ректификации?
2. В чем различие перегонных и ректификационных установок?
3. Какие смеси подчиняются закону Дальтона, а какие - закону Дальтона и Рауля?
4. Что такое азеотропное состояние смеси и можно ли разделить азеотропную смесь на составляющие компоненты?
5. Составьте общее уравнение материального баланса для ректификационной колонны по низкокипящему компоненту.
6. Поясните физический смысл минимального, оптимального и рабочего флегмовых чисел.
7. Как влияет увеличение флегмового числа на число тарелок ректификационной колонны, расход пара и охлаждающей воды в дефлегматоре?
8. Составьте уравнение для каждого из членов теплового баланса ректификационной колонны.
9. Как осуществляется взаимодействие пара и жидкости в различных конструктивных типах ректификационных колонн?
10. Производительность ректификационной колонны для разделения бинарной смеси по дистилляту $D = 150 \text{ кмоль/ч}$. Определите расход исходной смеси F и выход остатка W , если концентрация низкокипящего компонента: в исходной смеси $x_p = 0,24$, в дистилляте $x_D = 0,95$, в остатке $x_w = 0,03$.
11. Определите действительное число тарелок ректификационной колонны, в которой при атмосферном давлении происходит разделение бинарной смеси четыреххлористый углерод - толуол. Концентрация низкокипящего компонента (четырёххлористый углерод): в исходной смеси $x_F = 0,5$, в дистилляте $x_D = 0,89$, в остатке $x_w = 0,1$. Число тарелок определите по диаграмме равновесия, если КПД тарелки $\Gamma = 0,5$, коэффициент избытка флегмы $s = 2$.

Тема 7 «Сушильные установки»

1. Удаляется ли из материалов при сушке химически связанная влага?
2. Какое конечное влагосодержание должен иметь материал, чтобы отсутствовал период падающей скорости сушки?
3. Что такое равновесное влагосодержание материала и как оно изменяется с повышением и понижением температуры и относительной влажности сушильного агента?

4. От каких параметров зависит интенсивность испарения влаги с поверхности материала?
5. Напишите дифференциальное уравнение стационарного переноса влаги в материале при низкотемпературной сушке.
6. Чем отличается действительная сушилка от теоретической? а. Изобразите в $h-d$ - диаграмме процессы в действительной сушилке с однократным использованием сушильного агента при различном соотношении величин теплопотерь и теплопритоков.
7. Какие преимущества и недостатки имеют сушилки на горячем воздухе с рециркуляцией и промежуточным подогревом по сравнению с сушилкой с однократным использованием сушильного агента?
8. Укажите, какие материалы целесообразно сушить в барабанных и распылительных сушилках, пневмосушилках и сушилках с кипящим слоем.
9. Влажный материал в количестве $G_1 = 0,3$ м³ /с с начальным влагосодержанием $w_1 = 45\%$ подается в сушильную установку. Конечное влагосодержание высушенного материала $w_2 = 5\%$. Определите количество испаряемой влаги W и производительность установки по высушенному продукту G_2 .
10. Определите расходы сухого воздуха L и теплоты Q в теоретической сушилке, если количество удаляемой влаги $W = 0,03$ кг/с, начальное состояние воздуха (до калорифера): $t_0 = 15^\circ\text{C}$, $\phi_0 = 90\%$, а на выходе из сушилки: $t_2 = 43^\circ\text{C}$, $\phi_2 = 50\%$.
11. Определите расходы воздуха L и теплоты Q в барабанной сушилке при следующих условиях: количество удаляемой влаги $W = 0,05$ кг/с, температура и относительная влажность воздуха перед калорифером соответственно $t_0 = 20^\circ\text{C}$ и $\phi_0 = 60\%$, температура воздуха после калорифера $t_j = 150^\circ\text{C}$, относительная влажность на выходе из сушилки $\phi_2 = 80\%$, удельная физическая теплота влаги, вносимой с сушильным материалом, $q_M = 42$ кДж/кг, удельные тепловые потери на нагрев материала $q_H = 1180$ кДж/кг и удельные потери на окружающую среду $q_n = 960$ кДж/кг.

Критерии оценки:

- «отлично» выставляется обучающемуся, если он активно принимает участие в опросе, показывает полные и глубокие знания по содержанию вопроса; может обосновать свои суждения, привести необходимые примеры не только из учебника, но и самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно;
- «хорошо» выставляется обучающемуся, если он активно принимает участие в опросе, показывает глубокие знания по содержанию вопроса, в тоже время при ответе допускает несущественные погрешности; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;
- «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он не активно принимает участие в опросе, показывает достаточные, но не глубокие знания, при ответе не допускает грубых ошибок, однако в формулировании ответа отсутствует должная связь между анализом, аргументацией и выводами.
- «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он показывает недостаточные знания, не способен аргументировано и последовательно излагать материал, допускает грубые ошибки или затрудняется с ответом.

Задания для контрольной работы

Задача 1. Администрация города Н объявила конкурс на строительство в городе энергетического объекта. В конкурсе участвовал ряд строительных фирм, в том числе зарубежных. Их стратегические проекты, при обеспечении заданной производительности объекта, потребуют различных капиталовложений и разных текущих эксплуатационных расходов. Исходные данные выдаются преподавателем. По критерию минимума приведенных затрат требуется определить предпочтительную фирму. Нормативный коэффициент экономической эффективности, равный среднему банковскому проценту,

может быть принят равным 10%.

Задача 2. На предприятии путем стратегического планирования изыскали возможность рассредоточения по часам суток пиковых нагрузок электрооборудования, в результате чего оказалось возможным снизить заявленный максимум на с 1000 до 750 МВт. Годовое электропотребление при этом не изменилось. Исходные данные выдаются преподавателем. Нужно определить величину снижения годовых издержек производства в результате этих мер.

Задача 3. На предприятии путем стратегического планирования изыскали возможность снижения себестоимости при увеличении объема производства. Определите величину изменения себестоимости промышленной продукции при увеличении объема производства (без привлечения инвестиций), если известна зависимость себестоимости от объема. Исходные данные выдаются преподавателем.

Задача 4. На рынке общий оборот работ по ремонту энергетического оборудования составляет 25 млн. руб. Оборот отдельного предприятия — 7 млн. руб. Результаты стратегического планирования говорят, что на этом рынке оборот можно повысить до 35 млн. руб., если реализовать маркетинговые мероприятия. Вопросы: какова доля этого предприятия на рынке; какой потенциал рынка уже использован.

Задача 5. Предприятие, занимается энергообслуживанием, разрабатывает бизнесплан производства нового вида продукции. Как провести сегментацию рынка для данного вида продукции.

Тема 6 «Планирование инвестиций»

Задача 1. Принято решение о строительстве производственного объекта определенного назначения, причем возможны два варианта реализации этого решения: 1) строительство предприятия с более дорогим и более совершенным оборудованием потребует инвестиций в размере 500 млн. руб., а годовые эксплуатационные расходы составят 80 млн. руб.; 2) строительство предприятия такого же назначения и с такой же производственной мощностью с использованием старого, но более дешевого оборудования, для чего необходимо 400 млн. руб., эксплуатационные затраты оцениваются в 100 млн. руб. Требуется произвести оценку сравнительной эффективности капиталовложений (инвестиций) по вариантам и выбрать наиболее выгодный вариант строительства методом сравнительного срока окупаемости. В настоящее время банковский процент можно принять равным 15%. Нормативный срок окупаемости 6,7 года.

Задача 2. Пусть проект А для компании «Агропромэнерго» имеет следующие исходные данные: инвестиции 5100000 у.е. и отдача 6000000 у.е. после первого года; проект Б – инвестиции 250000 у.е. и отдача 300000 у.е.. Сравните проекты по показателям NPV (чистая приведенная стоимость) и PI (индекс рентабельности).

Задача 3. Рассчитайте срок окупаемости проекта производства нового вида масел, если единовременные затраты на проект составляют 80000 у.е., чистый денежный поток, начиная с первого года, 20000 у.е., стоимость капитала – 12%. 8 Задача

4. Рассчитайте индекс доходности (PI) проекта новых изделий для компании «Энергетик» и сделайте вывод о целесообразности его принятия, если известно, что инвестиции составляют по 20000 у.е. в течение трех лет, операционные расходы возникают после третьего года и составляют 2000 у.е. в год. Отдача предполагается: в 4-м году – 30000 у.е., в 5-м году – 40000 у.е., в 6-м и 7-м годах – по 20000 у.е. Цена капитала 13%. Изменится ли ваше решение, если стоимость капитала возрастет до 20%.

Задача 5. Оборудование компании «Энергосервис» стоит 1000000 у.е. Оно может заменяться: 1) каждые два года, при этом продаваться по остаточной стоимости по истечении этого срока (300000 у.е.); 2) каждые три года, но при этом через два года потребуются ремонт стоимостью 100000 у.е. Остаточная стоимость после трёх лет эксплуатации – 100000 у.е. Стоимость капитала – 10%. Что выгоднее для фирмы?

Тема 7 «Планирование материально-технического обеспечения в теплоэнергетике»

Задача 1. Для теплоснабжения нового производственного объекта рассматриваются

два возможных варианта: 1) строительство собственной производственно-отопительной котельной; 2) теплоснабжение от городской ТЭЦ. Основные технико-экономические показатели этих вариантов следующие: капиталовложения $K_1 = 2$ млн. руб. и $K_2 = 3,5$ млн. руб.; годовые эксплуатационные расходы $I_1 = 8$ млн. руб. и $I_2 = 10$ млн. руб. Дать оценку эффективности двух вариантов с учетом экологических требований.

Задача 2. На предприятии предполагается заменить устаревшие станки на новые. При этом рассматриваются два варианта замены: 1) установить новые станки той же производительности, для чего понадобятся инвестиции в размере 2 млн. руб.; 2) установить более мощные крупногабаритные станки на ту же общую производительность, но в меньшем количестве, что потребует 1,5 млн. руб. Сокращение расходов по эксплуатации в обоих случаях можно считать одинаковым. Дать оценку предложенным вариантам и выбрать наиболее эффективный.

Задача 3. Реконструкция старого предприятия, оснащенного техникой 60-х годов, потребует инвестиций в размере 100 млн. руб., при этом годовые издержки производства должны сократиться на 50 млн. руб. Оцените экономический эффект такой реконструкции, в качестве коэффициента экономической эффективности следует принять средний процент доходности по ценным бумагам, равный 10%.

Задача 4. На электростанции намечен ряд организационно-технических мероприятий, требующих инвестиций в размере 10 млн. руб., в результате которых прогнозируется сокращение годовых эксплуатационных расходов на 2,5 млн. руб. Оцените экономический эффект намеченных мероприятий при нормативном коэффициенте экономической эффективности, равным 15%.

Критерии оценки:

- 5 - выставляется обучающемуся, если правильно выполнены 100 % задач;
- 4 - выставляется обучающемуся, если правильно выполнены 85 % задач;
- 3 - выставляется обучающемуся, если правильно выполнены 65 % задач;
- 2 - выставляется обучающемуся, если правильно выполнены 45 % задач;
- 1 - выставляется обучающемуся, если правильно выполнены менее 45 % задач.

Темы рефератов по дисциплине

Тема 1. Основные виды и классификация теплообменного оборудования промышленных предприятий

1. Регенеративные аппараты с кипящим слоем;
2. Смесительные теплообменные аппараты;
3. Аппарат с непосредственным контактом газов и жидкости (скрубберы);
4. Основные уравнения теплообмена;
5. Теплообменные и тепломассообменные аппараты;
6. Фазовый переход вещества;
7. Материальный и тепловой балансы процесса сушки;
8. Сушка твердых дисперсионных материалов;
9. Сушка жидкотекучих материалов;
10. Объемные потери в компрессоре;
11. Перегонка и ректификация (процессы тепло- и массообмена);
12. Анализ теоретических и действительных рабочих процессов в цилиндре компрессора;
13. Ректификационные установки;
14. Конструкции ректификационных колонн.

Критерии оценки:

- «отлично» выставляется обучающемуся, если представленная работа написана грамотным научным языком, имеет четкую структуру и логику изложения, точка зрения обучающегося

обоснованна, в работе присутствуют мнения известных ученых в данной области. Обучающийся в работе выдвигает новые идеи и трактовки, демонстрирует способность анализировать материал;

- «хорошо» выставляется обучающемуся, если работа написана грамотным научным языком, имеет четкую структуру и логику изложения, точка зрения обучающегося обоснованна, в работе присутствуют ссылки на мнения известных ученых в данной области;

- «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если задание выполнено, однако обучающийся не продемонстрировал способность к научному анализу, не высказывал в работе своего мнения, допустил ошибки в логическом изложении материала, оформил работу небрежно;

- «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он не выполнил задание, или выполнил его формально, не привел в работе ссылки на мнения ученых, не изложил свое мнение, не проявил способность к анализу, а также если в работе присутствуют многочисленные заимствования текста (более 60%) из других источников.

При оценивании реферата на «неудовлетворительно» он должен быть исправлен в соответствии с полученными замечаниями и сдан на проверку заново не позднее срока окончания приема рефератов.

Тесты

1. По способу передачи теплоты теплообменные аппараты классифицируются следующим образом?

А – подогреватели, испарители, холодильники, калориферы, радиаторы;

Б – рекуперативные (поверхностные), регенеративные, смесительные (контактные);

В – парожидкостные, газожидкостные, жидкостно-жидкостные, газогазовые;

Г – высокотемпературные, среднетемпературные, криогенные, низкотемпературные.

2. По характеру температурного режима теплообменные аппараты классифицируются следующим образом?

А – высокотемпературные, среднетемпературные, низкотемпературные, криогенные;

Б – подогреватели, испарители, холодильники, калориферы, радиаторы;

В – с установившимся (стационарным) тепловым режимом, с неустановившимся (нестационарным) тепловым режимом;

Г – рекуперативные, регенеративные, смесительные.

3. Рабочий диапазон среднетемпературных процессов и установок составляет ...

А – до 200 °С;

Б – от 150 до 700 °С;

В – свыше 200 °С;

Г – ниже 300 °С.

4. Идеальный теплоноситель должен обладать следующими физическими свойствами:

А – низкая плотность, вязкость, теплопроводность, высокая теплоёмкость и теплота фазового перехода;

Б – высокая плотность, вязкость, теплота фазового перехода, низкая теплопроводность и теплоёмкость;

В – низкая вязкость, теплопроводность, высокая теплоёмкость, плотность и теплота фазового перехода;

Г – высокая плотность, теплоёмкость, теплопроводность и теплота фазового перехода, низкая вязкость.

Тема 3. Рекуперативные теплообменные аппараты

1. В рекуперативных аппаратах передача теплоты происходит ...

А – периодически (циклически) в результате соприкосновения греющей среды с насадкой, которая аккумулирует тепло и отдаёт его нагреваемой среде;

Б – при непосредственном соприкосновении греющей и нагреваемой рабочих сред на поверхности насадки;

В – при непосредственном перемешивании греющей и нагреваемой рабочих сред в объёме аппарата;

Г – непрерывно во времени через разделяющую твёрдую стенку.

2. Направление движения теплоносителей в пароводяном теплообменнике не влияет на величину температурного напора, потому что ...

А – водяной эквивалент одного из теплоносителей значительно больше другого;

Б – скорость воды значительно ниже скорости пара;

В – температура пара при конденсации не изменится;

Г – коэффициенты теплоотдачи с обеих сторон - величины одного порядка.

3. Основное преимущество противоточной схемы движения теплоносителей по сравнению с прямоточной - ...

А – температура нагреваемой среды на выходе из теплообменника стремится к температуре греющей среды на выходе;

Б – упрощённая формула для расчёта температурного напора;

В – температура нагреваемой среды на выходе из теплообменника может превышать температуру греющей среды на выходе;

Г – для определения и нет необходимости строить температурный график.

4. Эффективность работы теплообменных аппаратов снижается в результате ...

А – увеличения скорости теплоносителей;

Б – уменьшения геометрических размеров каналов;

В – снижения скорости теплоносителей;

Г – повышения давления теплоносителей.

Критерии оценки:

- «отлично» выставляется обучающемуся, если он правильно ответил на 86 – 100 % вопросов;

- «хорошо» выставляется обучающемуся, если он правильно ответил на 71 – 85 % вопросов;

- «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он правильно ответил на 51 – 70 % вопросов;

- «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он правильно ответил менее чем 50 % вопросов.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Агабеков В. Е. Нефть и газ: технологии и продукты переработки. — Минск: Белорусская наука, 2011. — 460 с. — ЭВК, ЭБС УБО <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=86694&sr=1>
2. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии / Под ред. Айнштейна В. Г. В 2-х книгах — М. 2003 — Т. 1. — 912с.
3. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии / Под ред. Айнштейна В. Г. В 2-х книгах — М. 2003 — Т. 2. — 872с.
4. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс. В двух книгах. Книга 1 / Под ред. В. Г. Айнштейна: Учебник. — СПб.: Лань, 2019. — 916 с. — ЭВК, ЭБС «Лань» https://e.lanbook.com/book/111193#book_name

Дополнительная литература:

1. Мустафин Ф. М. Машины и оборудование газонефтепроводов: учебное пособие. — Уфа: Монография, 2002. — 384с.
2. Шарафиев Р. Г. Оборудование нефтегазоперерабатывающих и нефтегазохимических производств: учебное пособие/ под редакцией С. С. Хайрудиновой ; Р. Г. Ризванова. — Уфа: [УГНТУ], 2002. — 221с.
3. Абрамов В.П., Шкоропад Д.Е. Оборудование для разделения жидких неоднородных систем и очистки жидких смесей: Сборник научных трудов. — Москва, 1975. — 310с.
4. Иванец К.Я., Лейбо А.Н. Оборудование нефтеперерабатывающих заводов и его эксплуатация: учебное пособие для нефтяных техникумов. — Москва: Химия, 1966. — 342с.
5. Алексеев В. В. Лабораторный практикум по машинам и аппаратам химических производств: учебное пособие. — Казань: Издательство КНИТУ, 2011. — 212 с. — ЭВК, ЭБС УБО <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258707&sr=1>

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы

<https://e.lanbook.com/>
<https://elib.bashedu.ru/>
<http://www.bashlib.ru/>
<http://biblioclub.ru/>

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: аудитория №401(Учебный корпус, адрес 450078, ул. Мингажева, д. 100)	Лекции	1.Мультимедиа-проектор Panasonic PT-EW640E 2. Lumien Master Picture, 244x183 3.Аудиосистема. 4.Терминал видеоконференцсвязи LifeSize Icon 600 Camera 10xPhone 2ndGeneration 5.ПК PowerCool i5-9400/DDR4 8Гб /HDD 1TB/450W/ 21.5"" /Клавиатура/Мышь" 6.Учебная мебель 7.Доска
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: аудитория №102 (Учебный корпус, адрес 450078, ул. Мингажева, д. 100)	Практические занятия	1. ПК. 2.Токарный станок OPTIMUM TU 2807 V C системой управления 1000 TDb 3.Гравировальный фрезерный станок с ЧПУ 4. Сверлильный станок KINZO 8E16 5. Ноутбук Acer Aspire E1-772G-34004G50Mnsk Core i3-4000M/4Gb/500Gb/DVDRW/GF820M2Gb/ 6.Ноутбук Packard bell ENT71BM-C36P Celeron N2830/2Gb/320Gb/DVDRW/HD4400 int/15.6/WXGA/1366*768/Lin 7. Принтер Canon MF-3010 8.Экспериментальный стенд для исследования влияния степени загрязненности поверхности оребренной биметаллической трубы на эффективность её теплопередачи 9.Экспериментальный стенд для очистки оребренных труб АВО "10. ПК PowerCool i5-9400/DDR4 8Гб /HDD 1TB/450W/ 21.5"" /Клавиатура/Мышь" 11. Учебная мебель
Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций: аудитория №401 (Учебный корпус, адрес 450078, ул. Мингажева, д. 100)	Групповые и индивидуальные консультации	1.Мультимедиа-проектор Panasonic PT-EW640E 2. Lumien Master Picture, 244x183 3.Аудиосистема. 4.Терминал видеоконференцсвязи LifeSize Icon 600 Camera 10xPhone 2ndGeneration 5.ПК PowerCool i5-9400/DDR4 8Гб /HDD 1TB/450W/ 21.5"" /Клавиатура/Мышь" 6.Учебная мебель 7.Доска
Учебная аудитория для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации: аудитория №401 (Учебный корпус, адрес 450078, ул. Мингажева, д. 100)	Текущий контроль и промежуточная аттестация	1.Мультимедиа-проектор Panasonic PT-EW640E 2. Lumien Master Picture, 244x183 3.Аудиосистема. 4.Терминал видеоконференцсвязи LifeSize Icon 600 Camera 10xPhone 2nd Generation 5.ПК PowerCool i5-9400/DDR4 8Гб /HDD 1TB/450W/ 21.5"" /Клавиатура/Мышь" 6.Учебная мебель 7.Доска
Помещение для самостоятельной работы: аудитория №2 (201)(Физмат корпус – учебное, адрес 3. Валиди,д. 32)	Самостоятельная Работа	1. ПК - 10 шт

**ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ**

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины « Современное оборудование предприятий топливно-энергетического
комплекса» на 2 курс 4 семестр

Очная форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (з.е. / часов)	3 / 108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	33.2
лекций	16
практических/ семинарских	16
лабораторных	-
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1.2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	38.8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	36

Форма контроля:
экзамен 4 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР		
1	2	3	4	5	6	8	9
1.	Классификация процессов и аппаратов нефтегазовой переработки и нефтехимии. Гидравлические, тепловые, массообменные, гидромеханические, химические, механические процессы, их движущая сила и законы, определяющие скорости процессов	2	2	-	8	Литературный обзор процессов и аппаратов	Коллоквиум
2.	Процессы массопередачи. Характеристика (диффузионных) массообменных процессов. Законы Рауля, Генри, Коновалова для равновесия идеальных и реальных смесей. Закон массопередачи.	4	4	-	8	Литературный обзор процессов и аппаратов	Коллоквиум
3.	Дистилляция, дистилляция в инертном газе, молярная дистилляция	2	-	-	2	Дистилляты установки атмосферной перегонки нефти	Коллоквиум
4.	Ректификация. Сущность ректификации. Материальные и тепловые потоки в ректификационных аппаратах. Устройство и эффективная работа ректификационных аппаратов. Технологические расчёты ректификационной колонны.	2	4	-	2	Ректификационные колонны	Контрольная работа
5	Жидкостная экстракция. Сущность жидкостной экстракции. Материальные и тепловые потоки в аппаратах жидкостной экстракции. Устройство и	4	4	-	10	Жидкостная экстракция	Контрольная работа

	эффективная работа аппаратов жидкостной экстракции. Технологические расчёты жидкостного экстрактора						
6	Адсорбция. Применение процессов адсорбции. Адсорбенты. Физико- химические основы адсорбционных процессов. Математическое описание адсорбции. Аппараты адсорберы. Технологические расчёты адсорбционных аппарата	2	2	-	8.8	Адсорбция	Контрольная работа
	Всего часов:	16	16	-	38.8		

**ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ**

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины « Современное оборудование предприятий топливно-энергетического
комплекса» на 3 курс 5 семестр

Очно-заочная форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (з.е. / часов)	3 / 108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	53.2
лекций	24
практических/ семинарских	28
лабораторных	-
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1.2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	27.8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	27

Форма контроля:
экзамен 5 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР		
1	2	3	4	5	6	8	9
1.	Классификация процессов и аппаратов нефтегазовой переработки и нефтехимии. Гидравлические, тепловые, массообменные, гидромеханические, химические, механические процессы, их движущая сила и законы, определяющие скорости процессов	4	4	-	4	Литературный обзор процессов и аппаратов	Коллоквиум
2.	Процессы массопередачи. Характеристика (диффузионных) массообменных процессов. Законы Рауля, Генри, Коновалова для равновесия идеальных и реальных смесей. Закон массопередачи.	4	4	-	4	Литературный обзор процессов и аппаратов	Коллоквиум
3.	Дистилляция, дистилляция в инертном газе, молярная дистилляция	2	2	-	4	Дистилляты установки атмосферной перегонки нефти	Коллоквиум
4.	Ректификация. Сущность ректификации. Материальные и тепловые потоки в ректификационных аппаратах. Устройство и эффективная работа ректификационных аппаратов. Технологические расчёты ректификационной колонны.	10	14	-	7.8	Ректификационные колонны	Контрольная работа
5	Жидкостная экстракция. Сущность жидкостной экстракции. Материальные и тепловые потоки в аппаратах жидкостной экстракции. Устройство и	2	2	-	4	Жидкостная экстракция	Контрольная работа

	эффективная работа аппаратов жидкостной экстракции. Технологические расчёты жидкостного экстрактора						
6	Адсорбция. Применение процессов адсорбции. Адсорбенты. Физико- химические основы адсорбционных процессов. Математическое описание адсорбции. Аппараты адсорберы. Технологические расчёты адсорбционных аппарата	2	2	-	4	Адсорбция	Контрольная работа
	Всего часов:	24	28	-	27.8		

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины « Современное оборудование предприятий топливно-энергетического
комплекса» на 2 курс 4 семестр

Заочная форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (з.е. / часов)	3 / 108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	15.2
лекций	6
практических/ семинарских	8
лабораторных	-
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1.2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	83.8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	9

Форма контроля:
экзамен 4 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР		
1	2	3	4	5	6	8	9
1.	Классификация процессов и аппаратов нефтегазовой переработки и нефтехимии. Гидравлические, тепловые, массообменные, гидромеханические, химические, механические процессы, их движущая сила и законы, определяющие скорости процессов	1	-	-	20	Литературный обзор процессов и аппаратов	Коллоквиум
2.	Процессы массопередачи. Характеристика (диффузионных) массообменных процессов. Законы Рауля, Генри, Коновалова для равновесия идеальных и реальных смесей. Закон массопередачи.	1	-	-	10	Литературный обзор процессов и аппаратов	Коллоквиум
3.	Дистилляция, дистилляция в инертном газе, молярная дистилляция	1	-	-	10	Дистилляты установки атмосферной перегонки нефти	Коллоквиум
4.	Ректификация. Сущность ректификации. Материальные и тепловые потоки в ректификационных аппаратах. Устройство и эффективная работа ректификационных аппаратов. Технологические расчёты ректификационной колонны.	1	2	-	20	Ректификационные колонны	Контрольная работа
5	Жидкостная экстракция. Сущность жидкостной экстракции. Материальные и тепловые потоки в аппаратах жидкостной экстракции. Устройство и	1	4	-	10	Жидкостная экстракция	Контрольная работа

	эффективная работа аппаратов жидкостной экстракции. Технологические расчёты жидкостного экстрактора						
6	Адсорбция. Применение процессов адсорбции. Адсорбенты. Физико- химические основы адсорбционных процессов. Математическое описание адсорбции. Аппараты адсорберы. Технологические расчёты адсорбционных аппарата	1	2	-	13.8	Адсорбция	Контрольная работа
	Всего часов:	6	8	-	83.8		