



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»


УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММиМ
А.С. Савинов
20.02.2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ТЕПЛОПЕРЕНОС В ГЕТЕРОГЕННЫХ СИСТЕМАХ

Направление подготовки (специальность)
18.04.01 ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Направленность (профиль/специализация) программы
Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов

Уровень высшего образования - магистратура
Программа подготовки - прикладной магистратура

Форма обучения
очно-заочная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалообработки
Кафедра	Металлургии и химических технологий
Курс	2
Семестр	4

Магнитогорск
2020 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС по направлению подготовки 18.04.01. ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ (уровень магистратуры) (приказ Минобрнауки России от 21.11.2014 г. №1494)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Metallургии и химических технологий 18.02.2020, протокол № 6

Зав. кафедрой  А.С. Харченко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ
20.02.2020 г. протокол № 5

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:
доцент кафедры МиХТ, канд. техн. наук  Н.Ю. Свечникова

Рецензент:
зав. кафедрой ПЭиБЖД, канд. техн. наук  А.Ю. Перятинский

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.С. Харченко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.С. Харченко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.С. Харченко

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

формирование у студентов понятийного аппарата и углублённых знаний по разделу физики, изучающему теплоотдачу и теплопередачу между теплоносителями в гранулированных системах реакторов химической технологии.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Теплоперенос в гетерогенных системах входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Процессы массопереноса в системах с участием твердой фазы

Анализ и синтез химико-технологических систем

Современные физико-химические методы исследования и анализа

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы

Производственная - преддипломная практика

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Теплоперенос в гетерогенных системах» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ОК-5	способностью к профессиональному росту, к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности
Знать	- основные понятия и определения из области гетерогенных систем и теплопереноса в них; - основные методы исследования в гетерогенных системах; - возможности профессионального роста и самостоятельного обучению новым методам исследования;
Уметь	- обсуждать способы эффективного решения в профессиональной области; - применять знания в профессиональной деятельности; - определять основные структурные характеристики гетерогенных систем.
Владеть	- навыками и методиками обобщения результатов решения, экспериментальной деятельности; - способами оценивания значимости и практической пригодности полученных результатов; - основными методами исследования в области гетерогенных систем, практическими умениями и навыками их использования; - основными методами решения задач в области гетерогенных систем;

ПК-4 готовностью к решению профессиональных производственных задач - контролю технологического процесса, разработке норм выработки, технологических нормативов на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, к выбору оборудования и технологической оснастки	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> -основные технологические процессы коксования, основное оборудование и его работу; - нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии; - методику разработки норм выработки, технологических нормативов на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии; - методику выбора оборудования и технологической оснастки
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> -рассчитывать основные технологические процессы; - рассчитывать нормы выработки, технологические нормативы на расход топлива и электроэнергии; - разрабатывать технологические нормативы на расход топлива и электроэнергии; -выбирать оборудование.
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> -практическими навыками организации основных технологических процессов и эксплуатации основного оборудования; - навыками расчёта норм выработки, технологических нормативы на расхода топлива и электроэнергии; - навыками к совершенствованию основных технологических процессов; -навыками выбора оборудования и технологической оснастки.

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц 72 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 17,1 акад. часов;
- аудиторная – 17 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,1 акад. часов
- самостоятельная работа – 54,9 акад. часов;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1.								
1.1 Расчёт многосекционного охладителя с переточно-ожиженным слоем.	4			10/4И	20	Подготовка к практическому занятию, выполнение домашнего задания, работа с библиографическими материалами	Практическое занятие, устный опрос, сдача домашнего индивидуального задания.	ОК-5, ПК-4
1.2 Расчёт сушилки для гранулированного материала.				4	20	Подготовка к практическому занятию, работа с библиографическими материалами	Практическое занятие, устный опрос.	ОК-5, ПК-4
1.3 Расчёт печи обжига глины на шамот.				3	14,9	Подготовка к практическому занятию, работа с библиографическими материалами	Практическое занятие, устный опрос.	ОК-5, ПК-4
Итого по разделу				17/4И	54,9			
Итого за семестр				17/4И	54,9		зачёт	
Итого по дисциплине				17/4И	54,9		зачет	ОК-5,ПК-4

5 Образовательные технологии

Образовательные технологии – это целостная модель образовательного процесса, системно определяющая структуру и содержание деятельности обеих сторон этого процесса (преподавателя и студента), имеющая целью достижение планируемых результатов с поправкой на индивидуальные особенности его участников. Технологичность учебного процесса состоит в том, чтобы сделать учебный процесс полностью управляемым.

Основными признаками образовательной технологии в ее современном понимании являются:

- детальное описание образовательных целей;
- поэтапное описание (проектирование) способов достижения заданных результатов-целей;
- использование обратной связи с целью корректировки образовательного процесса;
- гарантированность достигаемых результатов;
- воспроизводимость образовательного процесса вне зависимости от мастерства преподавателя;
- оптимальность затрачиваемых ресурсов и усилий.

Реализация компетентного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с вне-аудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков.

Традиционные образовательные технологии ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения). Учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер.

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Практическая работа – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Свечникова, Н. Ю. Практикум по технической термодинамике и теплотехнике : практикум / Н. Ю. Свечникова, С. В. Юдина, А. В. Горохов ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=3545.pdf&show=dcatalogues/1/1515134/3545.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

б) Дополнительная литература:

1. Конструирование и расчет элементов химического оборудования: учебник / И.И. Поникаров, С.И. Поникаров. - М.: Альфа-М, 2010. - 382 с.: ил.; 60x90 1/16. (переплет) ISBN 978-5-98281-174-5 <http://znanium.com/bookread2.php?book=184786>
2. Смирнов А. Н. Гетерогенные химические процессы [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. Н. Смирнов, С. А. Крылова, В. И. Сыроев ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон.опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=67.pdf&show=dcatalogues/1/1130046/67.pdf&view=true>. - Макрообъект.

в) Методические указания:

1. Свечникова, Н. Ю. Практикум по технической термодинамике и теплотехнике : практикум / Н. Ю. Свечникова, С. В. Юдина, А. В. Горохов ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3545.pdf&show=dcatalogues/1/1515134/3545.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Windows 7 Professional (для классов)	Д-757-17 от 27.06.2017	27.07.2018
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
GIMP	свободно распространяемое ПО	бессрочно
STATISTICA в.6	К-139-08 от 22.12.2008	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебная аудитория для проведения практических занятий оснащена:
 - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средства хранения, передачи и представления учебной информации;
 - специализированной мебелью.
3. Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащена:
 - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
 - специализированной мебелью.
4. Помещение для самостоятельной работы оснащено:
 - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
 - специализированной мебелью.
5. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования оснащено:
 - специализированной мебелью: стеллажами для хранения учебного оборудования;
 - инструментами для ремонта учебного оборудования;
 - шкафами для хранения учебно-методической документации и материалов.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

По дисциплине «Теплоперенос в гетерогенных системах» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение задач на практических занятиях.

Примерные аудиторные практические задачи:

Пример 1.

Определить среднюю температуру стальной стенки теплообменника, в котором греющим паром подогревается вода. Насыщенный водяной пар конденсируется при абсолютном давлении $p_{г.п} = 4$ ат. Средняя температура воды $t_{в} = 30^{\circ}\text{C}$. Толщина стенки стальных труб $b_{ст} = 4$ мм. (Температура конденсации насыщенного водяного пара при $p_{г.п} = 4$ ат равна $t_{г.п} = 142,9^{\circ}\text{C}$).

Пример 2.

В межтрубное пространство одноходового кожухотрубчатого теплообменника с $n = 465$ трубками диаметром $d \times \delta = 25 \times 2$ мм подается насыщенный водяной пар под абсолютным давлением $p_{г.п} = 7$ ат. Расход греющего пара $G_{г.п} = 540$ кг/ч. Коэффициент теплоотдачи от конденсирующегося пара к поверхности труб $\alpha_{п} = 9500$ Вт/(м²·К). В трубном пространстве нагревается воздух атмосферного давления от $t_{н} = 20^{\circ}\text{C}$ до $t_{к} = 150^{\circ}\text{C}$. Определить объемный расход нагреваемого воздуха, отнесенный к нормальным условиям, поверхность теплопередачи и необходимую длину труб теплообменника. Тепловые потери составляют 5 % от полезно используемой теплоты.

Пример 3.

Определить значение коэффициента теплоотдачи от насыщенного пара бензола к наружной поверхности пучка вертикальных труб высотой $H = 4$ м. Температура наружной поверхности стенок $t_{ст} = 75^{\circ}\text{C}$.

Пример 4.

В вакуум-выпарном аппарате со стальными трубами высотой $H = 4$ м и диаметром 38×2 мм кипит 20 % – ный раствор нитрата аммония. Температура кипения раствора равна $t_{кип} = 80^{\circ}\text{C}$. Давление в корпусе выпарного аппарата $p = 0,36$ ат. Греющий пар имеет давление $p_{г.п} = 1,0$ ат. Определить коэффициент теплопередачи греющей камеры выпарного аппарата.

Вопросы для зачета

1. Назовите элементарные виды переноса теплоты.
2. Каков физический смысл коэффициента теплопроводности?
3. Сделайте вывод дифференциального уравнения теплопроводности.
4. Что называют теплоотдачей? В каких единицах измеряется коэффициент теплоотдачи?
5. Объясните механизм конвективного теплообмена.
6. Охарактеризуйте распределение температур в ламинарном и турбулентном потоках.
7. Назовите критерии теплового подобия.
8. Раскройте физический смысл критериев теплового подобия.
9. Какой критерий теплового подобия является определяемым?
10. Напишите обобщенное критериальное уравнение для теплоотдачи.
11. От каких факторов зависит величина коэффициента теплоотдачи?
12. Какими методами можно интенсифицировать процесс теплоотдачи в движущемся потоке?
13. Напишите основное уравнение теплопередачи.

14. Какую размерность имеет плотность теплового потока?
15. Укажите особенности теплообмена в гетерогенных системах.
16. Какие виды теплоотдачи протекают при изменении агрегатного состояния?
17. В чем особенность процессов теплоотдачи при изменении агрегатного состояния?
18. Приведите общую формулу критериальных соотношений для расчета интенсивности коэффициентов теплоотдачи при конденсации.
19. Какие условия необходимы для процесса конденсации?
20. Как влияет содержание газа в парогазовой смеси на теплоотдачу?
21. Укажите особенности теплоотдачи при конденсации насыщенных паров.
22. Как расположение труб влияет на значение коэффициента теплоотдачи?
23. Как влияет скорость пара на величину коэффициента теплоотдачи?
24. Какие численные значения имеют коэффициенты теплоотдачи при конденсации?
25. В каких процессах химической технологии встречается теплоотдача при кипении.
26. Назовите условия для возникновения кипения.
27. Охарактеризуйте различные виды кипения.
28. Проанализируйте тенденцию изменения коэффициента теплоотдачи в процессах пузырькового кипения, перехода к пленочному кипению, пленочного кипения.
29. Опишите механизм процессов пузырькового режима кипения жидкостей и кризиса кипения.
30. Какие факторы определяют скорость переноса теплоты при кипении?
31. Как изменится коэффициент теплоотдачи при критическом значении температуры?

Примерное индивидуальное домашнее задание (ИДЗ)

Рассчитать многосекционный охладитель с переточно-оживленным слоем при следующих исходных данных: производительность аппарата 38 кг/с; начальная температура материала $t_1 = 773$ К, конечная температура материала $t_2 = 423$ К, давление воздуха под решёткой 2,86 кПа, диаметр частиц глины $d = 12 \cdot 10^{-3}$ м, кажущаяся плотность материала $\rho_m = 2200$ кг/м³, коэффициент формы частиц глины $\phi = 1,15$, порозность неподвижного слоя $\epsilon_{кр} = 0,44$, угол естественного откоса не продуваемого слоя $\beta = 30^\circ$. Параметры охлаждающего воздуха: температура на входе в слой $T_0 = 303$ К, плотность $\rho_0 = 1,119$ кг/м³. Конструктивные параметры охладителя: угол наклона решётки $\gamma = 30^\circ$, длина секции $\delta = 0,36$ м, высота порога $h_{п} = 0,15$ м.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ОК – 5 - способностью к профессиональному росту, к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности		
Знать	<p>- основные понятия и определения из области гетерогенных систем и теплопереноса в них;</p> <p>- основные методы исследования в гетерогенных системах;</p> <p>- возможности профессионального роста и самостоятельного обучения новым методам исследования;</p>	<p><i>Вопросы к зачету</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Назовите элементарные виды переноса теплоты. 2. Каков физический смысл коэффициента теплопроводности? 3. Сделайте вывод дифференциального уравнения теплопроводности. 4. Что называют теплоотдачей? В каких единицах измеряется коэффициент теплоотдачи? 5. Объясните механизм конвективного теплообмена. 6. Охарактеризуйте распределение температур в ламинарном и турбулентном потоках. 7. Назовите критерии теплового подобия. 8. Раскройте физический смысл критериев теплового подобия. 9. Какой критерий теплового подобия является определяемым? 10. Напишите обобщенное критериальное уравнение для теплоотдачи. 11. От каких факторов зависит величина коэффициента теплоотдачи? 12. Какими методами можно интенсифицировать процесс теплоотдачи в движущемся потоке? 13. Напишите основное уравнение теплопередачи. 14. Какую размерность имеет плотность теплового потока? 15. Укажите особенности теплообмена в гетерогенных системах. <p style="text-align: center;">*</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Какие виды теплоотдачи протекают при изменении агрегатного

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p><i>состояния?</i></p> <p><i>В чем особенность процессов теплоотдачи при изменении агрегатного состояния?</i></p> <p><i>2. Приведите общую формулу критериальных соотношений для расчета интенсивности коэффициентов теплоотдачи при конденсации.</i></p> <p><i>3. Какие условия необходимы для процесса конденсации?</i></p> <p><i>4. Как влияет содержание газа в парогазовой смеси на теплоотдачу?</i></p> <p><i>5. Укажите особенности теплоотдачи при конденсации насыщенных паров.</i></p> <p><i>6. Как расположение труб влияет на значение коэффициента теплоотдачи?</i></p> <p><i>7. Как влияет скорость пара на величину коэффициента теплоотдачи?</i></p> <p><i>8. Какие численные значения имеют коэффициенты теплоотдачи при конденсации?</i></p> <p><i>9. В каких процессах химической технологии встречается теплоотдача при кипении.</i></p> <p><i>10. Назовите условия для возникновения кипения.</i></p> <p><i>11. Охарактеризуйте различные виды кипения.</i></p> <p><i>12. Проанализируйте тенденцию изменения коэффициента теплоотдачи в процессах</i></p> <p><i>пузырькового кипения, перехода к пленочному кипению, пленочного кипения.</i></p> <p><i>13. Опишите механизм процессов пузырькового режима кипения жидкостей и кризиса кипения.</i></p> <p><i>14. Какие факторы определяют скорость переноса теплоты при кипении?</i></p> <p><i>15. Как изменится коэффициент теплоотдачи при критическом значении температуры?</i></p>
Уметь	- обсуждать способы эффективного решения в профессиональной области; - применять знания в профессиональной деятельности;	<p><i>Задача из области профессиональной деятельности</i></p> <p><i>В греющей камере выпарного аппарата с вертикальными стальными трубами высотой 4 м и диаметром 38x2 мм под атмосферным давлением кипит раствор. Температура кипения раствора равна $t_{кип}$. Физико-химические свойства</i></p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>- определять основные структурные характеристики гетерогенных систем.</p>	<p><i>кипящего раствора: плотность, вязкость, теплопроводность λ, коэффициент поверхностного натяжения. В межтрубное пространство греющей камеры поступает насыщенный водяной пар. Температура конденсации на t превышает температуру кипения раствора.</i></p> <p><i>Определить значение коэффициента теплопередачи греющей камеры выпарного аппарата. Исходные данные представлены в табл.</i></p> <p><i>Для решения задачи необходимо проанализировать уравнение теплопередачи, выразив из него плотность теплового потока.</i></p> <p><i>Из основного уравнения теплопередачи получить уравнение относительно неизвестного теплового потока; решить его графическим методом.</i></p>
Владеть	<p>- навыками и методиками обобщения результатов решения, экспериментальной деятельности;</p> <p>- способами оценивания значимости и практической пригодности полученных результатов;</p> <p>- основными методами исследования в области гетерогенных систем, практическими умениями и навыками их использования;</p> <p>- основными методами решения задач в области гетерогенных систем;</p>	<p><i>Производственная задача:</i></p> <p><i>1. Определить коэффициент теплопередачи и высоту слоя насадки при охлаждении воздуха от 80 до 20 °С в насадочном скруббере диаметром $D = 1,4$ м, заполненном керамическими кольцами 50x50x5 мм, по поверхности которых стекает вода при средней температуре $t_{ж} = 15$ °С. Расход воздуха $G_г = 20$ т/ч, расход воды $G_ж = 8$ т/ч.</i></p> <p><i>2. Определить коэффициент теплоотдачи между воздухом и твердыми частицами в псевдооживленном слое. Диаметр частиц $d_ч = 4$ мм, плотность $\rho_ч = 1200$ кг/м³. Средняя температура воздуха 150 °С.</i></p>
<p>ПК-4 - готовностью к решению профессиональных производственных задач - контролю технологического процесса, разработке норм выработки, технологических нормативов на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, к выбору оборудования и технологической оснастки</p>		

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Знать	<p>-основные технологические процессы коксования, основное оборудование и его работу;</p> <p>- нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии;</p> <p>- методику разработки норм выработки, технологических нормативов на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии;</p> <p>- методику выбора оборудования и технологической оснастки</p>	<p><i>Вопросы к зачету</i></p> <p>-Как расположение труб влияет на значение коэффициента теплоотдачи?</p> <p>- Как влияет скорость пара на величину коэффициента теплоотдачи?</p> <p>- Какие численные значения имеют коэффициенты теплоотдачи при конденсации</p> <p>- В каких процессах химической технологии встречается теплоотдача при кипении.</p> <p>-Назовите условия для возникновения кипения.</p> <p>-Какие теплообменники называются смешительными теплообменниками?</p> <p>- Приведите классификацию смешительных теплообменников.</p> <p>-Какие теплоносители используют в качестве охлаждающих агентов в смешительных теплообменниках?</p> <p>- В каких случаях можно использовать для нагрева острый водяной пар?</p> <p>- Опишите процесс теплообмена в градирнях.</p> <p>- Почему теплоперенос в смешительных теплообменниках протекает интенсивнее, чем в поверхностных?</p> <p>- Проанализируйте тенденцию изменения коэффициента теплоотдачи в процессах хлупузьрькового кипения, перехода к пленочному кипению, пленочного кипения.</p> <p>- Охарактеризуйте взаимосвязь скорости газа и порозности с теплообменом.</p> <p>- Чем обусловлен максимум зависимости коэффициента теплоотдачи от скорости движения газа при псевдоожижении.</p> <p>- Назовите методы интенсификации процессов теплопереноса в псевдоожиженных средах.</p> <p>- Опишите теплоотдачу в аппаратах с мешалками.</p> <p>-От каких факторов зависит теплоперенос при перемешивании?</p> <p>- Какими методами можно интенсифицировать процесс теплоотдачи при перемешивании?</p>
Уметь	-рассчитывать основные технологические процессы;	<p><i>Задача из области профессиональной деятельности</i></p> <p><i>Определить коэффициент теплоотдачи между воздухом и твердыми частицами в</i></p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<ul style="list-style-type: none"> - рассчитывать нормы выработки, технологические нормативы на расход топлива и электроэнергии; - разрабатывать технологические нормативы на расход топлива и электроэнергии; -выбирать оборудование. 	<p><i>псевдооживленном слое. Диаметр частиц $d_{ч} = 4$ мм, плотность $\rho_{ч} = 1200$ кг/м³. Средняя температура воздуха 150 °С.</i></p> <p><i>Задача2</i></p> <p><i>В вакуум-выпарном аппарате со стальными трубами высотой $H = 4$ м и диаметром 38x2 мм кипит 20 % – ный раствор нитрата аммония. Температура кипения раствора равна $t_{кип} = 80$ °С. Давление в корпусе выпарного аппарата $p = 0,36$ ат. Греющий пар имеет давление $p_{г.п} = 1,0$ ат. Определить коэффициент теплопередачи греющей камеры выпарного аппарата.</i></p>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> -практическими навыками организации основных технологических процессов и эксплуатации основного оборудования; - навыками расчёта норм выработки, технологических нормативы на расхода топлива и электроэнергии; - навыками к совершенствованию основных технологических процессов; -навыками выбора оборудования и технологической оснастки. 	<p><i>Производственная задача:</i></p> <p><i>В межтрубное пространство одноходового кожухотрубного теплообменника с $n = 465$ трубками диаметром $d \times \delta = 25 \times 2$ мм подается насыщенный водяной пар под абсолютным давлением $p_{г.п} = 7$ ат. Расход греющего пара $G_{г.п} = 540$ кг/ч. Коэффициент теплоотдачи от конденсирующегося пара к поверхности труб $\alpha_{п} = 9500$ Вт/(м²·К). В трубном пространстве нагревается воздух атмосферного давления от $t_{н} = 20$ °С до $t_{к} = 150$ °С. Определить объемный расход нагреваемого воздуха, отнесенный к нормальным условиям, поверхность теплопередачи и необходимую длину труб теплообменника. Тепловые потери составляют 5 % от полезно используемой теплоты.</i></p>

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Теплоперенос в гетерогенных системах» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме:

- индивидуального задания;
- зачёта.

Показатели и критерии оценивания индивидуального задания:

- на оценку **«зачтено»** – студент должен показать высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений; обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями.

- оценку **«не зачтено»** студент получает, если не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Показатели и критерии оценивания зачета:

- на оценку **«зачтено»** – студент должен показать высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений; обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями.

- оценку **«не зачтено»** студент получает, если не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.