



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образование
высшего образования
«Волгоградский государственный технический университет»



Химико-технологический факультет

УТВЕРЖДЕНО
Химико-технологический факультет

Декан Шишкин Е.В.
г.

Интенсификация химико-технологических
процессов физическими методами воздействия

рабочая программа дисциплины (модуля, практики)

Закреплена за кафедрой Процессы и аппараты химических и пищевых производств
Учебный план Направление 18.04.01 Химическая технология
Профиль Химическая технология пластмасс, эластомеров и композиционных
Квалификация магистр
Срок обучения 2 года

Форма обучения очная
Виды контроля в семестрах: зачеты 3
Общая трудоемкость 3 ЗЕТ

Семестр(Курс.Номер семестра на курсе)	3(2.1)		Итого	
	УП	ПП	УП	ПП
Лекции	32	32	32	32
Практические	16	16	16	16
Итого ауд.	48	48	48	48
Контактная работа	48.25	48.25	48.25	48.25
Сам. работа	59.75	59.75	59.75	59.75
Часы на контроль	0	0	0	0
Практическая подготовка	0	0	0	0
Итого трудоемкость в часах	108	108	0	0

ЛИСТ ОДОБРЕНИЯ, СОГЛАСОВАНИЯ И АКТУАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Разработчик(и) программы:

доцент Васильев П.С. ктн

Рецензент(ы):
(при наличии)

Рабочая программа дисциплины (модуля, практики)

Интенсификация химико-технологических процессов физическими методами воздействия

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология (приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 910)

составлена на основании учебного плана:

Направление 18.04.01 Химическая технология

Профиль: Химическая технология пластмасс, эластомеров и

утвержденного учёным советом вуза от 26.05.2021 протокол № 10.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Процессы и аппараты химических и пищевых производств

номер протокола 2021 г.

Зав. кафедрой Новиков Андрей Евгеньевич

Рабочая программа дисциплины (модуля, практики) актуализирована 30.08.2024

СОГЛАСОВАНО:

Химико-технологический факультет

Председатель НМС факультета: Шишкин Е.В.

Протокол заседания НМС от

г. №

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ). ВИД, ТИП ПРАКТИКИ, СПОСОБ И ФОРМА (ФОРМЫ) ЕЕ ПРОВЕДЕНИЯ.
Целью преподавания дисциплины является освоение студентами методов совершенствования химико-технологических процессов с позиции энерго- и ресурсосбережения и приёмов разработки новых производств с позиции термодинамического анализа на основе использования различных физико-химических эффектов.
Основными задачами изучения дисциплины являются:
1) расширение базы знаний о номенклатуре физико-химических эффектов;
2) приобретение умений рационального выбора конструкционных материалов для интенсификации технологических процессов;
3) овладение навыками выполнения инженерных расчётов технологического оборудования для интенсивного проведения механических, гидродинамических, тепловых, массообменных и химических процессов и проведения его термодинамического анализа.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ				
Цикл (раздел) ОП:		Б1.О		
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:			
2.1.1	Цифровизация и устойчивое развитие химических производств			
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:			
2.2.1	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы			
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)				
ОПК-3: Способен разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку				
ОПК-3.2: Умеет выбирать оборудование для конкретных технологических процессов с учётом химических и физико-химических свойств перерабатываемых материалов				
Результаты обучения: студент умеет осуществлять рациональный выбор технологического оборудования для проведения конкретных технологических процессов с учётом физико-химических свойств перерабатываемых сред				
ОПК-3.3: Умеет находить нестандартные решения задач технологического и аппаратурного оформления процессов химической технологии соответствующего профиля				
Результаты обучения: студент умеет проводить термодинамический анализ химико-технологических систем				
ОПК-3.5: Владеет навыками разработки современных инновационных химико-технологических процессов соответствующего профиля				
Результаты обучения: студент владеет навыками инженерных расчётов различного технологического оборудования для интенсификации химико-технологических процессов				
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)				
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Форма контроля
1	Раздел 1. Лекции			
1.1	Основные понятия теории интенсификации технологических процессов /Тема/	3	0	
1.1.1	Введение в теорию интенсификации технологических процессов /Лек/	3	4	З, К
1.1.2	Конструкционные материалы, применяемые для интенсификации технологических процессов /Лек/	3	4	З, К
1.1.3	Основные физические методы интенсификации технологических процессов /Лек/	3	4	З, К
1.2	Методы инженерных расчётов инновационного технологического оборудования /Тема/	3	0	
1.2.1	Оборудование для проведения механической активации и механохимических реакций /Лек/	3	4	З, К
1.2.2	Интенсификация технологических процессов в псевдооживленном слое /Лек/	3	4	З, К
1.2.3	Интенсификация процессов испарения при капельном кипении жидкостей /Лек/	3	4	З, К
1.2.4	Основы проведения термодинамического анализа химико-технологических систем /Лек/	3	4	З, К
1.2.5	Интенсификация процессов диспергирования жидкостей /Лек/	3	4	З, К
2	Раздел 2. Практические занятия			

2.1	Основные понятия теории интенсификации технологических процессов /Тема/	3	0	
2.1.1	Методы рационального выбора конструкционных материалов для интенсификации технологических процессов /Пр/	3	2	3, К
2.2	Методы инженерных расчётов инновационного технологического оборудования /Тема/	3	0	
2.2.1	Расчёт планетарной шаровой мельницы для проведения механической активации и механохимических реакций /Пр/	3	4	3, К
2.2.2	Расчёт аппарата с псевдоожиженным слоем для интенсификации технологических процессов /Пр/	3	2	3, К
2.2.3	Расчёт испарителя, работающего по технологии капельного кипения /Пр/	3	4	3, К
2.2.4	Эксергетический метод проведения термодинамического анализа химико-технологических систем /Пр/	3	4	3, К
3	Раздел 3. Самостоятельная работа			
3.1	Основные понятия теории интенсификации технологических процессов /Тема/	3	0	
3.1.1	Введение в теорию интенсификации технологических процессов /Ср/	3	5	3, К
3.1.2	Конструкционные материалы, применяемые для интенсификации технологических процессов /Ср/	3	5	3, К
3.1.3	Основные физические методы интенсификации технологических процессов /Ср/	3	5	3, К
3.2	Методы инженерных расчётов инновационного технологического оборудования /Тема/	3	0	
3.2.1	Оборудование для проведения механической активации и механохимических реакций /Ср/	3	5	3, К
3.2.2	Интенсификация технологических процессов в псевдоожиженном слое /Ср/	3	5	3, К
3.2.3	Интенсификация процессов испарения при капельном кипении жидкостей /Ср/	3	5	3, К
3.2.4	Основы проведения термодинамического анализа химико-технологических систем /Ср/	3	5	3, К
3.2.5	Интенсификация процессов диспергирования жидкостей /Ср/	3	5	3, К
3.3	Контрольная работа /Тема/	3	0	
3.3.1	Расчёт инновационного технологического оборудования /Ср/	3	19.75	3, К
4	Раздел 4. Промежуточная аттестация			
4.1	Зачёт /Тема/	3	0	
4.1.1	Контактная работа с ППС /КоРа/	3	0.25	3

Примечание. Формы контроля: Эк – экзамен, К- контрольная работа, Ко- контрольный опрос, Сз- семестровое задание, 3-зачет, ОП- отчет по практике, Зд-задание, Р-реферат.

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Оценочные средства планируемых результатов обучения представлены в виде фондов оценочных средств (ФОС), разработанных в соответствии с локальным нормативным актом университета. ФОС может быть представлен в Приложении к рабочей программе.

ОПК-3: Способен разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку

ОПК-3.2: Умеет выбирать оборудование для конкретных технологических процессов с учётом химических и физико-химических свойств

Результат обучения: студент умеет осуществлять рациональный выбор технологического оборудования для проведения конкретных технологических процессов с учётом физико-химических свойств перерабатываемых сред

ОПК-3.3: Умеет находить нестандартные решения задач технологического и аппаратурного оформления процессов химической технологии

Результат обучения: студент умеет проводить термодинамический анализ химико-технологических систем

ОПК-3.5: Владеет навыками разработки современных инновационных химико-технологических процессов соответствующего профиля

Результат обучения: студент владеет навыками инженерных расчётов различного технологического оборудования для интенсификации химико-технологических процессов

Оценочное средство "контрольная работа" проводится с целью оценки навыков студентов проводить инженерные расчёты инновационного технологического оборудования химической и смежной с ней отраслей промышленности.

Шкала оценивания:

25-30 баллов / приведены все необходимые графики и схемы, допущено не более 1 вычислительной ошибки /

18-24 баллов / приведены не все необходимые графики и схемы, допущены не более 2 вычислительных ошибок /
11-17 баллов / приведены не все необходимые графики и схемы, допущено не более 3 вычислительных ошибок /
0-10 баллов / не приведены необходимые графики и схемы, допущено более 3 вычислительных ошибок /
Методика расчёта подробно рассматривается на практических занятиях, а примеры решения приведены в основной и дополнительной литературе по дисциплине. Индивидуальные варианты заданий составлены для следующих основных типов задач:

1. Определить основные технологические параметры и геометрические размеры планетарной шаровой мельницы непрерывного действия для механической активации твёрдого материала заданной производительности.
 2. Определить основные технологические параметры и геометрические размеры аппарата с псевдооживленным слоем заданной производительности.
 3. Определить основные технологические параметры и геометрические размеры электрического испарителя трубчатого типа заданной производительности, работающего по технологии капельного кипения.
- Оценочное средство "Зачёт" проводится с целью оценки знаний и умений студентов по изученному в 3 семестре материалу курса и предусматривает устный или письменный ответ на два теоретических вопроса, проиллюстрированный поясняющими уравнениями и схемами.

Шкала оценивания:

- 35-40 баллов / полное изложение программного материала; последовательные и логичные ответы на все вопросы /
25-34 баллов / правильное изложение основного материала; последовательные ответы на все вопросы с нарушением логической последовательности без существенных неточностей /
15-25 баллов / изложение основного материала с нарушением логической последовательности; частичные ответы на все вопросы /
0-14 баллов / изложение части основного материала с нарушением логической последовательности; ошибки в формулировках при частичных ответах на вопросы /

Вопросы к зачёту:

1. Роль научных исследований в вопросах интенсификации химико-технологических процессов.
2. Оценка и примеры влияния плотности как свойства конструкционных материалов на интенсивность протекания технологических процессов.
3. Оценка и примеры влияния теплоёмкости как свойства конструкционных материалов на интенсивность протекания технологических процессов.
4. Оценка и примеры влияния теплопроводности как свойства конструкционных материалов на интенсивность протекания технологических процессов.
5. Оценка и примеры влияния адгезионных свойств конструкционных материалов на интенсивность протекания технологических процессов.
6. Оценка и примеры влияния электропроводности как свойства конструкционных материалов на интенсивность протекания технологических процессов.
7. Оценка и примеры влияния химической активности как свойства конструкционных материалов на интенсивность протекания технологических процессов.
8. Классификация энергетических воздействий на химико-технологические процессы. Закономерности энергетических воздействий.
9. Понятие физико-химического эффекта. Иерархические уровни физико-химических эффектов.
10. Основные принципы интенсификации химико-технологических процессов импульсными энергетическими воздействиями.
11. Алгоритм интенсификации химико-технологических процессов импульсными энергетическими воздействиями.
12. Сущность и химический взгляд на механическую активацию.
13. Связь механической активации и измельчения.
14. Основные факторы, определяющие процесс механической активации.
15. Классификация технологического оборудования для механической активации.
16. Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки планетарных шаровых мельниц периодического принципа действия.
17. Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки планетарных шаровых мельниц непрерывного принципа действия.
18. Основные технологические режимы работы планетарных шаровых мельниц.
19. Основы расчёта планетарных шаровых мельниц периодического и непрерывного принципов действия.
20. Понятие оживления сыпучих материалов. Области применения процессов псевдооживления.
21. Достоинства и недостатки процессов псевдооживления.
22. Физическая картина псевдооживленного слоя сыпучего материала.
23. Разрушение и расширение зернистого слоя в восходящем потоке сплошной среды.
24. Основное уравнение гидравлики псевдооживленного состояния зернистого слоя.
25. Физический смысл и методика определения коэффициента удельной поверхности частиц и коэффициента формы, ориентации и качества поверхности частиц сыпучего материала.
26. Постановка и общий ход решения прямой и обратной задач псевдооживления.
27. Физическая картина кипения жидкости в большом объёме. Первый и второй кризисы кипения.
28. Достоинства и недостатки процесса кипения жидкости в большом объёме.
29. Физическая картина капельного кипения. Сфероидальное состояние жидкости.
30. Достоинства и недостатки процесса капельного кипения.
31. Основные факторы, влияющие на процесс теплоотдачи при капельном кипении жидкости.
32. Основа математической модели процесса капельного кипения.
33. Примеры конструкций аппаратов, работающих по технологии капельного кипения.

34. Основы расчёта аппаратов, работающих по технологии капельного кипения.
35. Предмет, цели и алгоритм проведения термодинамического анализа химико-технологических систем.
36. Понятие эксергии термодинамической системы, виды эксергии.
37. Баланс эксергии, диаграмма Грассмана-Шаргута.
38. Энергетически, энтропийный и эксергетический методы проведения термодинамического анализа химико-технологических систем.
39. Классификация потерь эксергии.
40. Базовые основы термозкономического метода эксергетической технико-экономической оптимизации химико-технологических систем.
41. Рекуперация тепла в сложных энергохимико-технологических системах, метод Линхофа.
42. Комбинированные процессы химико-технологических систем.
43. Основные направления повышения эффективности распыливания жидкостей в технологических аппаратах.
44. Физический принцип и область применения ультразвукового распыливания жидкостей.
45. Физический принцип и область применения электростатического распыливания жидкостей.
46. Физический принцип и область применения пульсационного распыливания жидкостей.
47. Физический принцип и область применения распыливания жидкостей с предварительным газонасыщением.
48. Физический принцип и область применения электрогидравлического распыливания жидкостей.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)

6.1. Рекомендуемая литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год.	Электронный адрес
Л1.1	Поникаров И. И., Гайнуллин М. Г.	Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки: учебник	Санкт-Петербург: Лань, 2020	https://e.lanbook.com/book/130190?category=3863
Л1.2	Тимонин А. С.	Оборудование нефтегазопереработки, химических и нефтехимических производств: учебник для вузов. В 2 кн.	Москва: Инфра-Инженерия, 2019	
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год.	Электронный адрес
Л2.1	Соколов В. Н.	Машины и аппараты химических производств. Примеры и задачи: учеб. пособие	Л.: Машиностроение, 1982	
Л2.2	Павлов К. Ф., Романков П. Г., Носков А. А.	Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: учеб. пособие для вузов	Ленинград: Химия, 1987	
Л2.3	Маньковский О. Н., Толчинский А. Р., Александров М. В.	Теплообменная аппаратура химических производств. Инженерные методы расчета	Ленинград: Химия, 1976	

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Техническая библиотека
----	------------------------

6.3 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	Microsoft Office PowerPoint - программа для создания и просмотра презентаций
6.3.1.2	Microsoft Office Excel - табличный процессор

6.4 Перечень информационных справочных систем и электронных библиотечных систем (ЭБС)

6.3.2.1	Научные электронные ресурсы ИБЦ ВолгГТУ, http://library.vstu.ru/sci-nci
6.3.2.2	Электронная информационная образовательная среда ВолгГТУ, https://eos2.vstu.ru/
6.3.2.3	ЭБС "Лань", https://e.lanbook.com/
6.3.2.4	ЭБС "Book.ru", https://www.book.ru/

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ) /ОБОРУДОВАНИЕ

7.1	Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа / учебная доска, учебная мебель, интерактивная трибуна, видеопроектор /
7.2	Аудитория для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации / учебная доска, учебная мебель, компьютерная техника с необходимым программным обеспечением и доступом в Интернет и в электронную информационную образовательную среду университета /
7.3	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся / учебная мебель, компьютерная техника с доступом в Интернет и в электронную информационную образовательную среду университета /

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)

Организация образовательного процесса по дисциплине "Интенсификация химико-технологических процессов"

физическими методами воздействия" регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачёт дисциплины "Интенсификация химико-технологических процессов физическими методами воздействия" (переаттестации её части), если она была освоена в процессе предшествующего обучения. Перезачёт (переаттестация её части) освобождает обучающегося от необходимости повторного освоения дисциплины (полностью или частично).

Учебный процесс при преподавании курса "Интенсификация химико-технологических процессов физическими методами воздействия" основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями, практическими занятиями и лабораторными работами. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путём активизации самостоятельной работы студентов в электронной информационной образовательной среде.

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана. На первой лекции лектор информирует студентов о рекомендуемой литературе и электронных источниках информации по дисциплине, с указанием, какой учебник (учебное пособие) является базовым.

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают основные разделы дисциплины "Интенсификация химико-технологических процессов физическими методами воздействия". Основной формой проведения практических занятий является решение конкретных задач. Каждому практическому занятию предшествует самостоятельная подготовка студента, включающая: ознакомление с содержанием практического занятия по методическим указаниям; проработку теоретической части по лекционному материалу и учебникам, рекомендованным в методических указаниях.

Самостоятельная работа студентов включает изучение законспектированного на лекционных занятиях материала, дополнение его с учётом рекомендованной по данной теме литературы, самостоятельную подготовку к практическим занятиям и лабораторным работам, самостоятельное выполнение и оформление заданий контрольной работы, аналогичных выполненным на занятиях.

В течении семестра для студентов проводятся групповые текущие консультации по учебной дисциплине.

Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ), индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн), в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производится с учётом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ (при необходимости).

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учётом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств. Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания. При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.