Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Наливайко Антон Юрьевич
Должность: проректор по научной работе
Дата подписания: 03.11.2023 15:33:58
Уникальный программный ключ:
1a3df673e07fcd54440aceed8bb7e29f4817bf0a

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
**(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Факультет химической технологии и биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ
И.о. декана
_____/А.С. Соколов/
«30» мая 2023 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

## «Проектирование и моделирование испарителей и конденсаторов»

Научная специальность
**2.4.8. Машины и аппараты, процессы холодильной и криогенной техники**

Уровень образования
**Подготовка кадров высшей квалификации**

Форма обучения
**очная**

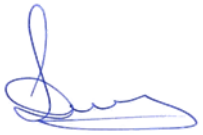
Год начала подготовки – 2023

Москва 2023

**Разработчик(и):**
доцент, к.т.н. / А.Е. Ермолаев /



**Согласовано:**
Заведующий кафедрой «Техника низких температур»,
к.т.н. / Д.А. Некрасов /



## Содержание


1 Цели и задачи освоения дисциплины 4
2 Место дисциплины в структуре программы аспирантуры 4
3 Структура и содержание дисциплины 4
3.1 Виды учебной работы и трудоемкость 4
3.2 Тематический план изучения дисциплины 4
3.3 Содержание дисциплины 5
3.4 Тематика практических занятий 5
4 Планируемые результаты освоения дисциплины 5
5 Учебно-методическое и информационное обеспечение 5
5.1 Нормативные документы и ГОСТы 5
5.2 Основная литература 6
5.3 Дополнительная литература 6
5.4 Электронные образовательные ресурсы 6
5.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 6
5.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 6
5.7 Интернет-ресурсы 6
6 Материально-техническое обеспечение 6
7 Методические рекомендации 7
7.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 7
7.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 7
8 Фонд оценочных средств 7
8.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения 7
8.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения 7
8.3 Оценочные средства 7

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

К основным целям освоения дисциплины «Проектирование и моделирование испарителей и конденсаторов» следует отнести:

– углубленное изучение современного теплообменного оборудования холодильных машин и установок.

К основным задачам освоения дисциплины «Проектирование и моделирование испарителей и конденсаторов» следует отнести:

– освоение методов, тепловых и конструктивных расчетов теплообменных аппаратов;

– освоение методов оценки показателей эффективности конкретных аппаратов.

## 2 Место дисциплины в структуре программы аспирантуры

Дисциплина «Проектирование и моделирование испарителей и конденсаторов» относится к числу профессиональных учебных дисциплин блока 2.

Дисциплина «Проектирование и моделирование испарителей и конденсаторов» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В вариативной части базового цикла (Б1):

– Процессы тепло- и массообмена в криогенной и холодильной технике;

– Рабочие веществ для холодильных и криогенных систем;

## 3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 часа).

### 3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

| № п/п | Вид учебной работы | Количество часов | Семестры | |
|---|---|---|---|---|
| | | | 5 | 6 |
| **1** | **Аудиторные занятия** | **36** | | |
| | в том числе: | | | |
| 1.1 | Лекции | | 9 | 9 |
| 1.2 | Практические занятия | | 9 | 9 |
| **2** | **Самостоятельная работа** | **36** | | |
| | в том числе: | | | |
| 2.1 | Консультации | | | |
| 2.2 | Реферат | | | |
| 2.3 | Самостоятельное изучение разделов дисциплины | | 18 | 18 |
| **3** | **Промежуточная аттестация** | | | |
| | Зачет/диф.зачет/экзамен | | зачет | зачет |
| | **Итого** | **72** | 36 | 36 |

### 3.2 Тематический план изучения дисциплины

| № п/п | Разделы/темы дисциплины | Трудоемкость, час | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Всего | Аудиторная работа | Самостоятельная работа |

| | | | Лекции | Практические занятия | Практическая подготовка | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Раздел 1. Проектирование и моделирование испарителей и конденсаторов | | 18 | | 18 | 36 |
| 1.1 | Тема 1. Введение. | | 2 | | 2 | 5 |
| 1.2 | Тема 2. Пластинчатые и пластинчато-ребристые конденсаторы, конструктивные особенности | | 2 | | 2 | 5 |
| 1.3 | Тема 3. Короткошланговые пластинчато-ребристые конденсаторы воздушного охлаждения, конструктивные особенности | | 3 | | 3 | 5 |
| 1.4 | Тема 4. Теория внутриканального кипения холодильных агентов | | 3 | | 3 | 4 |
| 1.5 | Тема 5. Пластинчатые и пластинчато-ребристые испарители холодильных машин, конструктивные особенности | | 2 | | 2 | 4 |
| 1.6 | Тема 6. Расчет пластинчатых и пластинчато-ребристых конденсаторов | | 2 | | 2 | 4 |
| 1.7 | Тема 7. Расчет короткошланговых пластинчато-ребристых конденсаторов воздушного охлаждения | | 2 | | 2 | 4 |
| 1.8 | Тема 8. Расчет пластинчатых и пластинчато-ребристых испарителей холодильных машин | | 2 | | 2 | 4 |
| | **Итого** | **72** | **18** | | **18** | **36** |

### 3.3 Содержание дисциплины

**Раздел 1. Проектирование и моделирование испарителей и конденсаторов**
**Тема 1. Введение.**

**Тема 2. Пластинчатые и пластинчато-ребристые конденсаторы, конструктивные особенности**

**Тема 3. Короткошланговые пластинчато-ребристые конденсаторы воздушного охлаждения, конструктивные особенности**

**Тема 4. Теория внутриканального кипения холодильных агентов**

**Тема 5. Пластинчатые и пластинчато-ребристые испарители холодильных машин, конструктивные особенности**

**Тема 6. Расчет пластинчатых и пластинчато-ребристых конденсаторов**

**Тема 7. Расчет короткошланговых пластинчато-ребристых конденсаторов воздушного охлаждения**

**Тема 8. Расчет пластинчатых и пластинчато-ребристых испарителей холодильных машин**

### 3.4 Тематика практических занятий

Практические занятия, учебным планом не предусмотрены.

## 4 Планируемые результаты освоения дисциплины

В результате изучения дисциплины «Проектирование и моделирование испарителей и конденсаторов» аспирант должен:

Знать:

основы анализа и оценки научных достижений при тепловых и конструктивных расчетах теплообменных аппаратов

основы анализа и оценки научных достижений при расчете показателей эффективности теплообменных аппаратов

законы теплопередачи, термомеханики и теплофизики

Уметь:

использовать анализ и оценку научных достижений при тепловых и конструктивных расчетах теплообменных аппаратов

Использовать анализ и оценку научных достижений при расчете показателей эффективности теплообменных аппаратов

составлять математические модели для расчета процессов тепло- массообмена при проектировании теплообменных аппаратов

Владеть:

методами разработки и внедрения научных достижений при тепловых и конструктивных расчетах теплообменных аппаратов

методами разработки и внедрения научных достижений при расчете показателей эффективности теплообменных аппаратов

математическим аппаратом для решения моделей теплообменных процессов, протекающих в теплообменных аппаратах

## 5 Учебно-методическое и информационное обеспечение

### 5.1 Нормативные документы и ГОСТы

ГОСТ 24393-80 «Техника холодильная. Термины и определения»

### 5.2 Основная литература

1. Данилова Г. Н., Богданов С. Н., Иванов О. П., Медникова Н. М., Крамской Э. И. Теплообменные аппараты холодильных установок,Под ред. д. т.н. Даниловой Г.Н. 2-е изд., перераб. и доп. Л.: Машиностроение. Ленинградское отделение, 1986. 303 с.: ил*

2. Б.Т. Маринюк Теплообменные аппараты ТНТ: Конструктивные схемы и расчет / М.: Энергоатомиздат, 2009

### 5.3 Дополнительная литература

1. Васютин В.А., Никиткина Г.В., Расчет витых теплообменных аппаратов, М: МИХМ,1988, с38*

2. Воронин Г.И. Конструирование машин и аппаратов систем кондиционирования. М. Машиностроение, 1978

### 5.4 Электронные образовательные ресурсы

нет

### 5.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Программное обеспечение – Microsoft Office 2013.

### 5.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

нет

### 5.7 Интернет-ресурсы

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте http://lib.mami.ru в разделе «Библиотека», а также в электронных библиотечных системах, с которыми заключены договоры Университетом.

## 6 Материально-техническое обеспечение

Лекционные и практические занятия проводиться в специализированных аудиториях кафедры Ав2214 и Ав2103, оснащенных соответствующим испытательным стендовым оборудованием, плакатами, натурными образцами узлов, деталей машин.

При кафедре работает консультационно-вычислительный класс Ав2209 для самостоятельной работы, оснащенный компьютерами с соответствующим расчетным и графическим программным обеспечением.

## 7 Методические рекомендации

### 7.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Основным требованием к преподаванию дисциплины является творческий, проблемно-диалоговый подход, позволяющий повысить интерес аспирантов к содержанию учебного материала.

Основная форма изучения и закрепления знаний по этой дисциплине – лекционная, лабораторная и практическая. Преподаватель должен последовательно читать аспирантам ряд

лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление аспирантов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Основу учебных занятий по дисциплине составляют лекции. В процессе обучения аспирантов используются различные виды учебных занятий (аудиторных и внеаудиторных): лекции, семинарские занятия, консультации и т.д. На первом занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить аспирант с порядком ее изучения, раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до аспирантов требования кафедры, ответить на вопросы.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить аспирантов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрыть содержание учебных вопросов, акцентировать внимание аспирантов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала вопросы и давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности аспирантов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой аспирантов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категорийный аппарат.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного семинарского или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке аспирантов к семинару или лабораторной работе. Определить место и время консультации аспирантам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

Цель практических и лабораторных занятий – обеспечить контроль усвоения учебного материала аспирантами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы.

Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей аспирантов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у аспирантов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий аспирантами. Проводить групповые и индивидуальные консультации аспирантов по вопросам, возникающим у аспирантов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

### 7.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа является одним из видов получения образования обучающимися и направлена на:

- изучение теоретического материала, подготовка к лекционным, лабораторным, семинарским (практическим) занятиям;
- подготовка к тестированию с использованием общеобразовательного портала.

Самостоятельная работа аспирантов представляет собой важнейшее звено учебного процесса, без правильной организации которого обучающийся не может быть высококвалифицированным выпускником.

Аспирант должен помнить, что начинать самостоятельные занятия следует с первого семестра и проводить их регулярно. Очень важно приложить максимум усилий, воли, чтобы заставить себя работать с полной нагрузкой с первого дня.

Каждый аспирант должен сам планировать свою самостоятельную работу, исходя из своих возможностей и приоритетов. Это стимулирует выполнение работы, создает более спокойную обстановку, что в итоге положительно сказывается на усвоении материала.

Важно полнее учесть обстоятельства своей работы, уяснить, что является главным на данном этапе, какую последовательность работы выбрать, чтобы выполнить ее лучше и с наименьшими затратами времени и энергии.

Для плодотворной работы немаловажное значение имеет обстановка, организация рабочего места. Нужно добиться, чтобы место работы по возможности было постоянным. Работа на привычном месте делает ее более плодотворной. Продуктивность работы зависит от правильного чередования труда и отдыха. Поэтому каждые час или два следует делать перерыв на 10-15 минут. Выходные дни лучше посвятить активному отдыху, занятиям спортом, прогулками на свежем воздухе и т.д. Даже переключение с одного вида умственной работы на другой может служить активным отдыхом.

Аспирант должен помнить, что в процессе обучения важнейшую роль играет самостоятельная работа с книгой. Научиться работать с книгой – важнейшая задача аспиранта. Без этого навыка будет чрезвычайно трудно изучать программный материал, и много времени будет потрачено нерационально. Работа с книгой складывается из умения подобрать необходимые книги, разобраться в них, законспектировать, выбрать главное, усвоить и применить на практике.

## 8 Фонд оценочных средств

### 8.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

К промежуточной аттестации допускаются только аспиранты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Проектирование и моделирование испарителей и конденсаторов» (указывается что именно – прошли промежуточный контроль, выполнили лабораторные работы, выступили с докладом и т.д.)

### 8.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

| Шкала оценивания | Описание |
|---|---|
| Зачтено | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Аспирант демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации. |
| Не зачтено | Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Аспирант демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, аспирант испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации. |

### 8.3 Оценочные средства

7.3.1 Текущий контроль

**Вопросы к зачету:**

1. смысл и понятие выражения полного выкипания холодильного агента
2. отличие пластинчатого и пластинчато-ребристого теплообменника
3. преимущества короткошланговой конденсации
4. структура потока при внутриканальном кипении холодильного агента
5. режимы кипения холодильных агентов
6. факторы, определяющие величину заправки холодильного агента
7. параметры, определяющие интенсивность внутриканального кипения холодильных агентов
8. особенности внутриканального кипения аммиака и фреонов
9. уравнения, определяющие теплоотдачу при конденсации фреонов внутри каналов большой длинны
10. особенности вакуумных режимов кипения холодильных агентов.

7.3.2 Промежуточная аттестация

**Задание для промежуточной аттестации:**

**Кейс-задача**

по дисциплине «Проектирование и моделирование испарителей и конденсаторов»

Задание (я):

- особенности конструкции и расчета конденсатора воздушного охлаждения с короткошланговой конденсацией и цельносварным исполнением из алюминиевого сплава;
- условие полного выкипания и его смысл, применение «условия» к испарителям с внутриканальным кипением;

- структура и режимы внутриканального кипения холодильных агентов, условия перехода от пузырькового к конвективному режиму.