

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Муромский институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
**«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(МИ ВлГУ)**

Кафедра *ТБ*

«УТВЕРЖДАЮ»
Заместитель директора по УР
_____ Д.Е. Андрианов
_____ 16.06.2020

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Технологии получения и области применения холода

Направление подготовки

18.03.01 Химическая технология

Профиль подготовки

*Химическая технология неорганических
веществ*

| Семестр | Трудоем- кость, час./зач. ед. | Лек- ции, час. | Прак- тические занятия, час. | Лабора- торные работы, час. | Консультация, час. | Конт- роль, час. | Всего (контакт- ная работа), час. | СРС, час. | Форма промежу- точного контроля (экз., зач., зач. с оц.) |
|---------|--|----------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|------------------------|---|--------------|---|
| 8 | 108 / 3 | 16 | 16 | | 1,6 | 0,25 | 33,85 | 74,15 | Зач. |
| Итого | 108 / 3 | 16 | 16 | | 1,6 | 0,25 | 33,85 | 74,15 | |

Муром, 2020 г.

1. Цель освоения дисциплины

Цель дисциплины: формирование базовых знаний и понятий технологии получения и области применения холода.

Задачи дисциплины: сформировать систему базовых химико-технологических знаний, понятийный аппарат, необходимый для самостоятельного восприятия, осмысления и усвоения химико-технологических знаний.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина "Технологии получения и области применения холода" базируется на "Общей и неорганической химии", "Общей химической технологии", "Процессах и аппаратах химических технологий". На дисциплине базируется выполнение ВКР.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

| Формируемые компетенции (код, содержание компетенции) | Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции | | Наименование оценочного средства |
|--|---|--|----------------------------------|
| | Индикатор достижения компетенции | Результаты обучения по дисциплине | |
| ПК-1 Способен осуществлять химико-технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса | ПК-1.1 Рассчитывает основные характеристики химического процесса, выбирает рациональную схему производства заданного продукта | знать технологии получения и области применения холода (ПК-1.1) уметь выбирать технологии получения холода (ПК-1.1) | вопросы к устному опросу |

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

4.1. Форма обучения: очная

Уровень базового образования: среднее общее.

Срок обучения 4г.

4.1.1. Структура дисциплины

| № п/п | Раздел (тема) дисциплины | Семестр | Контактная работа обучающихся с педагогическим работником | | | | | | | Самостоятельная работа | Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам) |
|------------------|---|---------|---|----------------------|---------------------|--------------------|---------|--------------|----------|------------------------|---|
| | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Контрольные работы | КП / КР | Консультация | Контроль | | |
| 1 | Области применения холода | 8 | 4 | | | | | | | 19 | устный опрос |
| 2 | Термодинамика процессов получения холода | 8 | 2 | 6 | | | | | | 15 | устный опрос |
| 3 | Термодинамические циклы холодильных установок | 8 | 6 | 4 | | | | | | 20 | устный опрос |
| 4 | Основные схемы получения сжиженного природного газа (СПГ) | 8 | 4 | 6 | | | | | | 20,15 | устный опрос |
| Всего за семестр | | 108 | 16 | 16 | | | | 1,6 | 0,25 | 74,15 | Зач. |
| Итого | | 108 | 16 | 16 | | | | 1,6 | 0,25 | 74,15 | |

4.1.2. Содержание дисциплины

4.1.2.1. Перечень лекций

Семестр 8

Раздел 1. Области применения холода

Лекция 1.

Пищевая промышленность и медицина. Нефтяная, газовая и химическая промышленность (2 часа).

Лекция 2.

Строительство. Опреснение воды. Кондиционирование воздуха и сжижение газов (2 часа).

Раздел 2. Термодинамика процессов получения холода

Лекция 3.

Первое начало термодинамики для потока газа (2 часа).

Раздел 3. Термодинамические циклы холодильных установок

Лекция 4.

Цикл воздушной холодильной установки (2 часа).

Лекция 5.

Цикл паровой компрессорной холодильной установки (2 часа).

Лекция 6.

Парокомпрессорный цикл теплового насоса (2 часа).

Раздел 4. Основные схемы получения сжиженного природного газа (СПГ)

Лекция 7.

Цикл Линде-Хэмпсона. Цикл Клода (2 часа).

Лекция 8.

Каскадный цикл (цикл Клименко) (2 часа).

4.1.2.2. Перечень практических занятий

Семестр 8

Раздел 2. Термодинамика процессов получения холода

Практическое занятие 1

Технологии внутреннего охлаждения газа (2 часа).

Практическое занятие 2

Расчёт процесса охлаждения газа дросселированием (2 часа).

Практическое занятие 3

Расчёт процесса охлаждения газа расширением в турбодетандере (2 часа).

Раздел 3. Термодинамические циклы холодильных установок

Практическое занятие 4

Цикл воздушной холодильной установки (2 часа).

Практическое занятие 5

Цикл паровой компрессорной холодильной установки (2 часа).

Раздел 4. Основные схемы получения сжиженного природного газа (СПГ)

Практическое занятие 6

Парокомпрессорный цикл теплового насоса (2 часа).

Практическое занятие 7

Цикл Клода (2 часа).

Практическое занятие 8

Цикл Линде-Хэмпсона (2 часа).

4.1.2.3. Перечень лабораторных работ

Не планируется.

4.1.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Производство и применение сухого льда для хранения продуктов и в пищевой промышленности.
2. Использование эффекта Ранка-Хилша в вихревых регуляторах давления газа.
3. Сравнительный анализ методов опреснения воды дистилляцией и замораживанием.
4. Физический смысл работы изменения объёма и работы изменения давления газового потока.
5. Цикл адсорбционной холодильной установки: принцип работы, схема, T-s - диаграмма.
6. Применение тепловых насосов в сезонно-действующих охлаждающих устройствах (COU).
7. Принцип, основные схемы и преимущества получения СПГ в условиях газораспределительной станции.

Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

4.1.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР

Не планируется.

4.1.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)

Не планируется.

5. Образовательные технологии

В процессе изучения дисциплины применяется контактная технология преподавания (за исключением самостоятельно изучаемых студентами вопросов). При проведении практических работ применяется имитационный или симуляционный подход. Шаги решения задач студентам демонстрируются при помощи мультимедийной техники. В дальнейшем студенты самостоятельно решают аналогичные задания.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Фонды оценочных материалов (средств) приведены в приложении.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

7.1. Основная учебно-методическая литература по дисциплине

1. Воробьева, Н. Н. Теплофизические процессы в холодильной технологии : учебное пособие / Н. Н. Воробьева. — Кемерово : Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2007. — 150 с. - <https://www.iprbookshop.ru/14395>
2. Буянов, О. Н. Холодильное технологическое оборудование : учебное пособие / О. Н. Буянов, Н. Н. Воробьева, А. В. Усов. — Кемерово : Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2009. — 200 с. - <https://www.iprbookshop.ru/14401>
3. Комарова, Н. А. Холодильные установки. Основы проектирования : учебное пособие / Н. А. Комарова. — Кемерово : Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2012. — 368 с. - <https://www.iprbookshop.ru/14402>

7.2. Дополнительная учебно-методическая литература по дисциплине

1. Воробьева, Н. Н. Холодильная техника и технология. Часть 1 : учебное пособие / Н. Н. Воробьева. — Кемерово : Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2006. — 164 с. - <https://www.iprbookshop.ru/14399>
2. Воробьева, Н. Н. Холодильная техника и технология. Часть 2 : учебное пособие / Н. Н. Воробьева. — Кемерово : Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2006. — 104 с. - <https://www.iprbookshop.ru/14400>
3. Семикопенко, И. А. Холодильная техника : учебное пособие / И. А. Семикопенко, Д. В. Карпачев. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2014. — 269 с. - <https://www.iprbookshop.ru/28417>

7.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

В образовательном процессе используются информационные технологии, реализованные на основе информационно-образовательного портала института (www.mivlgu.ru/iop), и инфокоммуникационной сети института:

- предоставление учебно-методических материалов в электронном виде;
- взаимодействие участников образовательного процесса через локальную сеть института и Интернет;
- предоставление сведений о результатах учебной деятельности в электронном личном кабинете обучающегося.

Информационные справочные системы:

Информационно-образовательный портал "Российское образование" [URL:] [phttp://www.edu.ru](http://www.edu.ru)

Информационно-справочный сервер ТОГУ специальности "Теплогазоснабжение и вентиляция" [URL:] http://tgk.khstu.ru/tgv_to_dvd/dvd_n.php

Журнал "Современные технологии в промышленности" [URL:] <http://www.cta.ru>

Программное обеспечение:

LibreOffice (Mozilla Public License v2.0)

Google Chrome (Лицензионное соглашение Google)

7.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

iprbookshop.ru

edu.ru

tgk.khstu.ru

cta.ru

mivlgu.ru/iop

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционная аудитория

проектор NEC Projector MP40G; ноутбук Acer 5720G-302G16Mi.

Лекционная аудитория

проектор NEC Projector MP40G; ноутбук HP.

9. Методические указания по освоению дисциплины

Для успешного освоения теоретического материала обучающийся: знакомится со списком рекомендуемой основной и дополнительной литературы; уточняет у преподавателя, каким дополнительным пособиям следует отдать предпочтение; ведет конспект лекций и прорабатывает лекционный материал, пользуясь как конспектом, так и учебными пособиями.

На практических занятиях пройденный теоретический материал подкрепляется решением задач по основным темам дисциплины. Каждой подгруппе обучающихся преподаватель выдает задачу. В конце занятия обучающие демонстрируют полученные результаты преподавателю и при необходимости делают работу над ошибками.

Самостоятельная работа оказывает важное влияние на формирование личности будущего специалиста, она планируется обучающимся самостоятельно. Каждый обучающийся самостоятельно определяет режим своей работы и меру труда, затрачиваемого на овладение учебным содержанием дисциплины. Он выполняет внеаудиторную работу и изучение разделов, выносимых на самостоятельную работу, по личному индивидуальному плану, в зависимости от его подготовки, времени и других условий.

Форма заключительного контроля при промежуточной аттестации – зачет. Для проведения промежуточной аттестации по дисциплине разработаны фонд оценочных средств и балльно-рейтинговая система оценки учебной деятельности студентов. Оценка по дисциплине выставляется в информационной системе и носит интегрированный характер, учитывающий результаты оценивания участия студентов в аудиторных занятиях, качества и своевременности выполнения заданий в ходе изучения дисциплины и промежуточной аттестации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению
18.03.01 Химическая технология и профилю подготовки *Химическая технология*
неорганических веществ
Рабочую программу составил д.т.н., профессор Соковнин О.М. _____

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры *ТБ*

протокол № 14 от 05.06.2020 года.

Заведующий кафедрой *ТБ* _____ *Шарапов Р.В.*

(Подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической
комиссии факультета

протокол № 6 от 16.06.2020 года.

Председатель комиссии МСФ _____ *Соловьев Л.П.*

(Подпись)

(Ф.И.О.)

Фонд оценочных материалов (средств) по дисциплине
Технологии получения и области применения холода

1. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине

1. Понятие холода, внешнее и внутреннее охлаждение, диапазоны холода по уровню охлаждения.
2. Применение холода в мясной и молочной промышленности. Примеры.
3. Использование холода в виноделии и пивоварении. Примеры.
4. Требования к упаковке и термовлажностным режимам транспортирования и хранения замороженных продуктов. Примеры.
5. Терапевтические и хирургические криогенные методы лечения, примеры, основные хладагенты.
6. Депарафинизация сырой нефти холодом: схема процесса, использование выделяемых при депарафинизации веществ.
7. Низкотемпературная сепарация природного газа: схема, влияние уровня охлаждения на качество очистки природного газа.
8. Использование холода в химической промышленности: основные технологии, примеры.
9. Применение испарительных и однофазных хладагентов в химической промышленности, примеры.
10. Искусственное замораживание грунта: цель, виды хладагентов, примеры применения.
11. Сезонно-действующие охлаждающие устройства, сфера применения, принцип работы.
12. Методы стабилизации температуры бетона холодом при его производстве и твердении.
13. Холодильные методы опреснения воды: общая характеристика, преимущества и недостатки.
14. Опреснение воды газогидратным методом, принцип действия, преимущества.
15. Опреснение воды вакуумным замораживанием, принцип действия, преимущества.
16. Опреснение воды методом зимнего дождевания, принцип действия, преимущества.
17. Опреснение воды конденсацией атмосферной влаги из акватории морей и океанов, принцип действия, преимущества.
18. Первое начало термодинамики для потока газа, работы проталкивания, изменения объёма и изменения давления газа.
19. Уравнение первого начала термодинамики при дросселировании потока газа.
20. Уравнение первого начала термодинамики при расширении газа в турбодетандере.
21. Внутреннее охлаждение газа дросселированием и расширением в турбодетандере. Коэффициенты изоэнтальпного дросселирования и изоэнтропного расширения.
22. $T-s$ – диаграммы сжижения газа дросселированием и турбодетандерным расширением.
23. Расчёт процесса охлаждения газа при дросселировании.
24. Расчёт процесса охлаждения газа при расширении в турбодетандере.
25. Цикл воздушной холодильной установки: схема, $T-s$ и $p-v$ – диаграммы, понятие холодильного коэффициента.
26. Цикл паровой компрессорной холодильной установки: схема, $T-s$ – диаграмма, преимущества низкокипящих хладагентов.
27. Парокомпрессорный цикл теплового насоса: схема, $T-s$ – диаграмма, отопительный коэффициент, его физическая суть, связь отопительного и холодильного коэффициентов.
28. Цикл адсорбционной холодильной установки: принцип работы, схема, $T-s$ – диаграмма.
29. Принцип работы холодильных циклов получения СПГ: схема, $T-s$ – диаграмма.

30. Цикл Линде-Хэмпсона: схема, T-s –диаграмма, основные характеристики.
31. Цикл Клода: схема, T-s –диаграмма, основные характеристики.
32. Каскадные циклы сжижения газов, принцип работы, основные преимущества.
33. Двухкаскадный цикл сжижения газов: принцип работы, схема, T-s –диаграмма.
34. Преимущества многокомпонентных (смесевых) хладагентов при получении СПГ.
- Внешний каскадный цикл Клименко: принцип работы, схема, T-s –диаграмма.
35. Одноточный каскадный цикл Клименко: принцип работы, схема, T-s –диаграмма.

Общее распределение баллов текущего контроля по видам учебных работ для студентов

| | | |
|--|-----------------------|----|
| Рейтинг-контроль 1 | 3 практических работы | 25 |
| Рейтинг-контроль 2 | 3 практических работы | 25 |
| Рейтинг-контроль 3 | 2 практических работы | 20 |
| Посещение занятий студентом | | 10 |
| Дополнительные баллы (бонусы) | | 10 |
| Выполнение семестрового плана самостоятельной работы | | 10 |

2. Промежуточная аттестация по дисциплине

Перечень вопросов к экзамену / зачету / зачету с оценкой.

Перечень практических задач / заданий к экзамену / зачету / зачету с оценкой (при наличии)

ПК-1

Блок 1 (знать)

1. Понятие холода, внешнее и внутреннее охлаждение, диапазоны холода по уровню охлаждения.
2. Применение холода в мясной и молочной промышленности. Примеры.
3. Использование холода в виноделии и пивоварении. Примеры.
4. Требования к упаковке и термовлажностным режимам транспортирования и хранения замороженных продуктов. Примеры.
5. Терапевтические и хирургические криогенные методы лечения, примеры, основные хладагенты.
6. Депарафинизация сырой нефти холодом: схема процесса, использование выделяемых при депарафинизации веществ.
7. Низкотемпературная сепарация природного газа: схема, влияние уровня охлаждения на качество очистки природного газа.
8. Использование холода в химической промышленности: основные технологии, примеры.
9. Применение испарительных и однофазных хладагентов в химической промышленности, примеры.
10. Искусственное замораживание грунта: цель, виды хладагентов, примеры применения.
11. Сезонно-действующие охлаждающие устройства, сфера применения, принцип работы.
12. Методы стабилизации температуры бетона холодом при его производстве и твердении.
13. Холодильные методы опреснения воды: общая характеристика, преимущества и недостатки.

14. Опреснение воды газогидратным методом, принцип действия, преимущества.

Блок 2 (учесть)

1. Опреснение воды вакуумным замораживанием, принцип действия, преимущества.
2. Опреснение воды методом зимнего дождевания, принцип действия, преимущества.
3. Опреснение воды конденсацией атмосферной влаги из акватории морей и океанов, принцип действия, преимущества.
4. Первое начало термодинамики для потока газа, работы проталкивания, изменения объёма и изменения давления газа.
5. Уравнение первого начала термодинамики при дросселировании потока газа.
6. Уравнение первого начала термодинамики при расширении газа в турбодетандере.
7. Внутреннее охлаждение газа дросселированием и расширением в турбодетандере. Коэффициенты изохорного дросселирования и изохорного расширения.
8. $T-s$ – диаграммы сжижения газа дросселированием и турбодетандерным расширением.
9. Расчёт процесса охлаждения газа при дросселировании.
10. Расчёт процесса охлаждения газа при расширении в турбодетандере.

Блок 3 (владеть)

1. Цикл воздушной холодильной установки: схема, $T-s$ и $p-v$ –диаграммы, понятие холодильного коэффициента.
2. Цикл паровой компрессорной холодильной установки: схема, $T-s$ –диаграмма, преимущества низкокипящих хладагентов.
3. Парокомпрессорный цикл теплового насоса: схема, $T-s$ –диаграмма, отопительный коэффициент, его физическая суть, связь отопительного и холодильного коэффициентов.
4. Цикл адсорбционной холодильной установки: принцип работы, схема, $T-s$ – диаграмма.
5. Принцип работы холодильных циклов получения СПГ: схема, $T-s$ –диаграмма.
6. Цикл Линде-Хэмпсона: схема, $T-s$ –диаграмма, основные характеристики.
7. Цикл Клода: схема, $T-s$ –диаграмма, основные характеристики.
8. Каскадные циклы сжижения газов, принцип работы, основные преимущества.
9. Двухкаскадный цикл сжижения газов: принцип работы, схема, $T-s$ –диаграмма.
10. Преимущества многокомпонентных (смесевых) хладагентов при получении СПГ. Внешний каскадный цикл Клименко: принцип работы, схема, $T-s$ –диаграмма.
35. Однопоточный каскадный цикл Клименко: принцип работы, схема, $T-s$ –диаграмма.

Методические материалы, характеризующие процедуры оценивания

Индивидуальный семестровый рейтинг студента формируется на основе действующего в ВУЗе Положения "О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся".

В течение семестра студент получает баллы успеваемости за выполнение всех видов учебных поручений: посещение лекций, выполнение практических работ. Зачет выставляется в случае, если итоговая оценка студента составляет не менее 50 баллов.

Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине равна 100.

| Оценка в баллах | Оценка по шкале | Обоснование | <i>Уровень сформированности компетенций</i> |
|-----------------------|-----------------------|--|---|
| Более 80 | «Отлично» | Содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному | <i>Высокий уровень</i> |
| 66-80 | «Хорошо» | Содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками | <i>Продвинутый уровень</i> |
| 50-65 | «Удовлетворительно» | Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки | <i>Пороговый уровень</i> |
| Менее 50 | «Неудовлетворительно» | Содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки | <i>Компетенции не сформированы</i> |

3. Задания в тестовой форме по дисциплине

Примеры заданий:

Элемент холодильной машины, функции которого сводятся к откачиванию и сжатию паров холодильного агента с последующим их нагнетанием в конденсатор, обеспечивая тем самым циркуляцию хладагента по системе ...

Вещества, используемые для отвода тепла от охлаждаемого объекта и передачи его хладагенту в испарителе холодильной машины, называются...

Устройство, сочетающее в себе холодильную машину с другими элементами, служащими для распределения и потребления искусственного холода, называется...

Элемент холодильной установки, также являющийся частью холодильной машины:

- маслоотделитель
- насос
- испаритель
- рассольные батареи

К теплоиспользующим холодильным машинам не относятся _____ машины.

- паровые
- абсорбционные
- адсорбционные
- эжекторные

К способам промышленного получения холода, протекающим с сохранением агрегатного состояния охладителя относится

- испарительный
- ледяной
- льдосоляной
- термоэлектрический
- жидкими газами

Полный перечень тестовых заданий с указанием правильных ответов, размещен в банке вопросов на информационно-образовательном портале института по ссылке <https://www.mivlgu.ru/iop/question/edit.php?courseid=1355>

Оценка рассчитывается как процент правильно выполненных тестовых заданий из их общего числа.