**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**Одеська національна академія харчових технологій**

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Технологія використання стиснених газів**

Обов’язкова навчальна дисципліна

Мова навчання - українська

Освітньо-професійна програма Холодильні машини, установки та кондиціювання повітря

Код та найменування спеціальності 142 Енергетичне машинобудування

Шифр та найменування галузі знань 14 Електрична інженерія

Ступінь вищої освіти бакалавр

Розглянуто, схвалено та затверджено

Методичною радою академії

2020

РОЗРОБЛЕНО ТА ЗАБЕЗПЕЧУЄТЬСЯ: кафедрою компресорів та пневмоагрегатів Одеської національної академії харчових технологій

РОЗРОБНИК (розробники): Ярошенко В.М., доцент кафедри компресорів та пневмоагрегатів , доцент, кандидат технічних наук

(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Розглянуто та схвалено на засіданні кафедри компресорів та пневмоагрегатівк

Протокол від «\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_ р. №\_\_\_

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  Мілованов В.І.

(підпис) (прізвище та ініциали)

Розглянуто та схвалено методичною радою зі спеціальності 142 Енергетичне машинобудування

(код та найменування спеціальності)

Голова ради \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_               Хмельнюк М.Г.

(підпис) (прізвище та ініциали)

Гарант освітньої програми\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_               Хмельнюк М.Г.

(підпис) (прізвище та ініциали)

Розглянуто та схвалено Методичною радою академії

Протокол від «\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_ р. №\_\_\_

Секретар Методичної ради академії \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Мураховський В.Г.

(підпис) (прізвище та ініциали)

ЗМІСТ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | Пояснювальна записка |  |
| 1.1 | Мета та завдання навчальної дисципліни |  |
| 1.2 | Компетентності, які може отримати здобувач вищої освіти |  |
| 1.3 | Міждисциплінарні зв’язки |  |
| 1.4 | Обсяг навчальної дисципліни в кредитах ЄКТС |  |
| 2 | Зміст дисципліни: |  |
| 2.1 | Програма змістовних модулів |  |
| 2.2 | Перелік лабораторних робіт |  |
| 2.3 | Перелік завдань до самостійної роботи |  |
| 3 | Критерії оцінювання результатів навчання |  |
| 4 | Інформаційне забезпечення |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

**1.Пояснювальна записка**

* 1. **. Мета та завдання навчальної дисципліни**

***Основна мета курсу*** полягає в аналізі сучасних досягнень та технологій у переважній більшості галузей, де використовуються складові технологічних процесів та застосовуються енергоносії у вигляді стиснутих газів. При цьому важливе значення надається напрямкам та перспективах їх подальшого розвитку на базі доцільного та оптимального використання нових видів машин та устаткування , робочих речовин з урахуванням відповідних екологічних вимог, вимог до підвищення їх енергетичної та економічної ефективності, надійності, довговічності та експлуатаційної безпеки.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

**знати:**

* 1. основні закони за якими здійснуються процеси стиснення газів у компресорних машина;
  2. методи розрахунку основних показників системи із стиснутими газами;
  3. основні закони за якими здійснюються процеси енергетичних перетворювань в системах із стиснутими газами та відповідний аналітичний апарат;
  4. особливості розрахунку технологічних процесів із стиснутими газами на основі теорії ідеального газу, рівнянь стану реального газу та діаграм стану речовин;
  5. термодинамічні, теплофізичні , екологічні властивості стиснутих газів та пари за допомогою яких здійснюються технологічні процеси;
  6. найбільш відомі технології використання стиснутого повітря у пневмомережах та системах пневмоавтоматики, пневмодвигунах , двигунах внутрішнього згорання,холодильних машинах та теплових насосах;
  7. найбільш розповсюджені технології використання паливних, технічних та природного газів;
  8. основні напрямки та положення енергетичних та екологічних програм, які втілюються в життя в Україні.

**вміти:**

* 1. будувати та розраховувати розімкнуті та циклічні технології використання стиснутих газів;
  2. використовувати при розрахунках технологій використання стиснутих газів процесів аналітичні рівняння, таблиці та діаграми термодинамічних властивостей робочих тіл та холодильних агентів;
  3. визначати масову та обємну витрати стиснутого газу відповідно до особливостей технології його використання;
  4. розраховувати механічну (електричну) потужності технологічних систем з використанням стиснутих газів;
  5. розраховувати енергетичні та гідравлічні втрати в системах із стиснутими газами та на магістральних трубопроводах;
  6. розраховувати, проектувати та вибирати необхідне технічне обладнання відповідно до технології використання стиснутого газу;
  7. планувати та керувати роботами пов’язаними з експлуатацією, поточним та профілактичним ремонтами технічного обладнання.
  8. виконувати енергетичний та техніко-економічний аналіз технологій з використанням стиснутих газів.

* 1. **Компетентності, які може отримати здобувач вищої освіти**

У результаті вивчення навчальної дисципліни «Технологія використання стисненних газів» здобувач вищої освіти отримує наступні програмні компетентності та програмні результати навчання, які  визначені в [Стандарті вищої освіти зі спеціальності 142 Енергетичне машинобудування](https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/12/21/142-energetichne-mashinobuduvannya-bakalavr.pdf) та [освітньо-професійних програм Холодильні машини, установки та кондиціювання повітря, Газотурбінні установки та компресорні станції, Кріогенна техніка та технології](https://nv.onaft.edu.ua/opp/142b-shusk2018.pdf)

 підготовки бакалаврів.

Загальні компетентності:

ЗК 2. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя

ЗК 3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 4. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК 5. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК 6. Здатність використовувати іноземну мову у професійній діяльності.

ЗК 7. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК 8. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 9. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:

ФК 3. Здатність аналізувати інформацію з літературних джерел, здійснювати патентний пошук, а також використовувати бази даних та інші джерела інформації для здійснення професійної діяльності.

ФК11. Здатність використовувати стандартні методики планування експериментальних досліджень, здійснювати обробку та узагальнення результатів експерименту.

ФК 12. Здатність брати участь у роботі над інноваційними проектами, використовуючи методи дослідницької діяльності.

Програмні результати навчання:

ПР 1. Знання і розуміння математики, фізики, тепломасообміну, технічної термодинаміки, гідрогазодинаміки, трансформації (перетворення) енергії, технічної механіки, конструкційних матеріалів, систем автоматизованого проектування енергетичних машин на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми.

ПР 2. Знання і розуміння інженерних наук на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми, в тому числі певна обізнаність в останніх досягненнях.

ПР 3. Розуміння широкого міждисциплінарного контексту спеціальності 142 Енергетичне машинобудування

ПР 18. Ефективно спілкуватися з питань інформації, ідей, проблем та рішень з інженерним співтовариством і суспільством загалом.

ПР 19. Ефективно працювати в національному та міжнародному контексті, як особистість і як член команди, і ефективно співпрацювати з інженерами та не інженерами.

ПР 20. Розуміння необхідності самостійного навчання протягом життя.

ПР 21. Аналізувати розвиток науки і техніки.

* 1. **Міждисциплінарні зв’язки**

Попередні :фізика, математика тепломасообмін, технічна термодинаміка,

 гідрогазодинаміка,

послідовні:технічна механіка конструкційних матеріалів, основи автоматизації, автоматизоване проектування енергетичних машин

* 1. **Обсяг навчальної дисципліни в кредитах ЄКТС**

**Кількість кредитів ECTS- 4 годин - 120**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | |
| **Аудиторні заняття, годин:** | | всього | | лекції | | лабораторні | | практичні |
| **денна** | | 60 | | 24 | | 20 | | 16 |
| **заочна** | | 22 | | 8 | | 6 | | 8 |
| **Самостійна робота, годин** | | Денна -40 | | | Заочна -98 | |

1. **Зміст дисципліни**

**2.1.Програма змістовних модулів**

Змістовний модуль 1: Теоретичні засади ТВСГ.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № теми | **Зміст теми** | **Годин** |
| 1. | Вступ. . Властивості газів та методи їх визначення у процесах стиснення. Практичне застосування та значення для техніки. Гази та їх роль у житті людини . Стиснуті гази та їх роль розвитку науково-технічного процессу та промисловості. Основні термодинамічні , теплофізичні та гідродинамічні характеристики стиснутих газів. Методи визначення властивостей газів. Ентальпія, як основна енергетична характеристика потоків стиснутого газу. Технічні властивості стиснутих газів. Розчинність, абсорбція та газова корозія. | 2 |
| 2. | Основні теоретичні засади технологій використання стиснутих газів. Розімкнуті та замкнуті ( кругові) процеси у технологіях використання стиснутих газів. Застосування стиснутих газів у якості матерільних та енергетичних складових технологічних процесів. Розрахунок та визначення масової та обємної продуктивності у ТВСГ. Основні режими течії газових потоків та їх термодинамічний та гідродінамічний аналіз.Рівняння нерозривності потоку, рівняння першого закону термодинаміки для потоку. Режими руху газу та визначення гідравлічних та енергетичних втрат . | 2 |
| 3. | ТВСГ на основі ідеально газової моделі стиснення . Застосування рівнянь ідеального газу для розрахунку ТВСГ з реальними газами. Термодинамічні особливості ідеально газової моделі та практичні зони її застосування.Властивості вологого повітря. Загальні принципи стиснення газів у компрессорах. Класифікація та зони застосування компресорних установок. Особливості процесів стиснення у поршневих, гвинтових компрессорах та турбомашинах. Режими роботи компресорних установок. Енергетичні втрати при стисненні. Система коефіцієнтів корисної дії. Адіабатне, ізотермічне та політропне стиснення газів.  . | 2 |
| 4. | Розрахунок систем ТВСГ з реальними газами. Коефіцієнт стиснення та способи його визначення. Рівняння реального газу в приведенних координатах. Застосування діаграм стану реальних газів для аналізу та розрахунку процесів стиснення. Графічна інтерпретація процесів стиснення | 2 |
| 5. | Теоретичні основи замкнутих ТВСГ( циклів). Термодинамічні схеми термомеханічних систем з використанням стиснутих газів у якості робочих тіл та холодильних агентів. Термоекономічний аналіз ТВСГ. Ексергетичний метод визначення енергетичної ефективності ТВСГ. Ексергія теплоти, холоду, стану речовини. Необоротність реальних процесів та втрати ексергії. Ексергетичний аналіз енергетичних та холодильних систем. Приведені затрати в ТВСГ та їх розподіл за якісю та кількістю. Коефіцієнт термоекономічної ефективності та його зв'язок з ексергетичним коефіцієнтом корисної дії | 2 |

Змістовний модуль 2: Основні напрямки практичного застосування стиснених газів

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № теми | **Зміст теми** | **Годин** |
| 6. | Використання стиснутого повітря у пневмомережах та пневмосистемах. Пневмосистеми та їх основні характеристики. Робота компресорів у мережі. Способи регулювання їх продуктивності. Паралельна та послідовна комутація компресорних машин. Способи охолодження компресорних машин. Зниження температури кінця стиснення. Багатоступеневе стиснення **.** Методи охолодження та очищення стиснутого повітря та інших газів. Теплообмінні апарати та їх вибір. Особливості технологій використання стиснутого повітря в металургійній промисловості, шахтах, на морському транспорті та машинобудуванні. Використання стиснутого повітря на пневмотранспорті різного призначення. | 4 |
| 7. | Використання стиснутого повітря для виробництва енергії та холоду Застосування стиснутого повітря у ДВЗ. Компресорний та безкомпресорний двигуни Дизеля. Турбонадув та попереднє охолодження повітря в ДВЗ. Використання повітря у газотурбінних установках. Класифікація та області практичного застосування. Використання стиснутого повітря для виробництва енергії турбоагрегатах та для виробництва холоду у повітряних турбохолодильних машинах. Цикли та схеми повітряних турбохолодильних машин та основи їх розрахунку | 2 |
| 8. | Технології використання технічних та паливних газів . Азот його виробництво та використання. Загальні відомості. Виробництво азоту із повітря. Мембранні установки виробництва азоту. Азотоно – мембранні компресорні станції. Технології використання азоту. Кисень та його використання. Загальні відомості та властивості кисню. Технології виробництва. Зберігання, та транспортировка кисню. Засоби безпеки при практичному використання кисню. | 2 |
| 9. | Технології використання природного газу. Природний газ , його властивості та напрямки його застосування. Методи добутку та транспортування. Компресорні станції газотранспортної системи.Системи дроселювання та розподілення при споживанні природного агзу.Технологічні системи транспортування та скрапленого природного газу. Регазифікаційні технології СПГ з виробництвом механічної енергії. | 2 |
| 10 | Регенеративні та утилізаційні процеси в ТВСГ. Регенерація теплоти , як загальний метод підвищення коефіцієнтів термотрансформації установок та циклів.Технології утилізації промислових та викидних газів.Утилізація та використання газів металургійних виробництв. Паротурбінні установки та тепловикористовуючі холодильні машини в ТВСГ. Утилізація теплової енергії технологічних та вторинних газів для виробництва пари в утилізаційних котлах, паротурбінних та парогазових установках. | 4 |

**2.2. Теми лабораторних занять**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  з/п | Назва теми | Кількість  годин | |
| денна форма навчання | заочна форма навчання |
| 1 | Дослідження властивостей вологого повітря | 4 | 2 |
| 2 | Вивчення конструктивних особливостей компресорів обємного та динамічного стиснення. | 4 |  |
| .3.. | Дослідження процесу адіабатного стиснення у холодильному компресорі | 4 |  |
| 4. | Дослідження роботи вентиляторів при їх послідовному підключенні | 4 | 2 |
| 5. | Вивчення конструктивних особливостей складових елементів газотурбінної установки | 4 |  |
|  | Всього | 20 |  |

**2.3. Теми практичних занять**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  з/п | Назва теми | Кількість  годин | |
| денна форма навчання | заочна форма навчання |
| 1 | Основні термодинамічні , теплофізичні та гідродинамічні характеристики стиснутих газів. | 2 | 1 |
| 2 | Розрахунок та визначення масової та обємної продуктивності у ТВСГ. Основні режими течії газових потоків . | 2 | 1 |
| 3... | Застосування рівнянь ідеального газу для розрахунку ТВСГ з реальними газами. | 2 | 1 |
| 4 | Зони застосування компресорних установок. Особливості процесів стиснення у поршневих компрессорах. | 2 | 1 |
| 5 | Застосування діаграм стану реальних газів для аналізу та розрахунку процесів стиснення. | 2 | 1 |
| 6 | Компресорний та безкомпресорний двигуни Дизеля. Турбонадув та попереднє охолодження повітря в ДВЗ | 2 | 1 |
| 7 | Природний газ , його властивості та напрямки його застосування. Методи добутку та транспортування | 2 | 1 |
| 8 | Регазифікаційні технології СПГ з виробництвом механічної енергії. | 2 | 1 |
|  | Всього | 16 | 8 |

**2.4..Перелік завдань до самостійної роботи**

|  |  |
| --- | --- |
| № з\п | Назва індивідуального завдання |
| 1. | Застосування теорії термодинамічної подоби речовин у ТВСГ |
| 2. | Використання характеристичних функцій та потенціалів при розрахунках ТВСГ |
| 3 | Вплив вологості повітря на процеси стиснення або розширення газового потоку. |
| 4 | Порівняльний аналіз циклів газотурбінних установок ГТС. |
| 5 | Аналіз параметрів технічних пневмосистем та систем пневмоавтоматики |

1. **Критерії оцінювання результатів навчання**

**Нарахування балів за виконання змістовного модуля**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид роботи, що підлягає контролю | Оцінні бали | | | | | Форма навчання | | | | | | | | | | |
| денна | | | | | | заочна | | | | |
| min  д/з | | | max  д/з | | Кільк. робіт, одиниць | | Сумарні бали | | | | Кільк. робіт, одиниць | | | Сумарні бали | |
| min | | max | | min | max |
| 1 | 2 | | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | | 8 | 9 |
| 6 семестр (номер семестру) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Змістовий модуль 1. “ Технології використання стиснутих газів.”  (назва) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Робота на лекціях | | 0,5 | | | 0,75 | | 9 | | 4,5 | | 6,75 | | 9 | 6,75 | | 8,5 |
| Виконання лабораторних робіт | | 1,2 | | | 1,5 | | 5 | | 6 | | 7,5 | |  |  | |  |
| Робота на практичних / семі-нарських заняттях | | 0,5 | | | 1 | | 5 | | 2,5 | | 5 | | 5 | 3,5 | | 5 |
| Опрацювання тем, не винесених на лекції | | 3 | | | 5 | | 2 | | 6 | | 10 | | 2 | 12,5 | | 15 |
| Підготовка до лабораторних  занять | | 0,5 | | | 1 | | 5 | | 2,5 | | 5 | |  |  | |  |
| Підготовка до практичних занять | | 0,5 | | | 0,75 | | 5 | | 2,5 | | 3,75 | | 5 | 3,75 | | 5,5 |
| \*Виконання індивідуальних завдань | | 3 | | | 3,5 | | 2 | | 6 | | 7 | | 2 | 8,5 | | 10 |
| Проміжна сума | |  | | |  | |  | | 30 | | 45 | |  | 35 | | 45 |
| Модульний контроль у поточному семестрі | | 20/–20 | | | 40 / 45 | | – | | 20 | | 40 | |  | 20 | | 40 |
| Контроль результатів дистан-  ційного модулю | | 10/5 | | | 15/  15 | |  | | 10 | | 15 | |  | 5 | | 10 |
| Рейтинг за творчі здобутки  студентів | | 0/- | | | 10/ | |  | | 0 | | 10 | |  | 0 | | 5 |
| Оцінка за змістовий модуль 1 | | – | | | – | | – | | 60 | | 100 | | – | 60 | | 100 |
| Разом з дисципліни | | |  | | | 60...100 | | | | | | 60...100 | | | | |

**4. Інформаційні ресурси**

1. Мілованов В.І., Ярошенко В.М., Технологія використання стиснених газів- Одеса,: « Зовнішреклам сервіс»- 2015 - 449 с.

2. Ярошенко В.М. Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи з ТВСГ, посібник, Одеса: ОНАХТ, 2018р.- 32с. (електронний варіант).

3.Ярошенко В.М., Методичні вказівки до лабораторних робіт з ТВСГ Посібник Одеса: НВЦ «Технолог»,ОНАХТ./ Одеса, 2018 р.-55с.

4.Ярошенко В.М. Технологія використання стиснених газів. Методичні вказівки для студентів заочної форми навчання. Онахт,2016р.- 48 с