

**Програма підготовки магістрів у галузі знань 14- «Електрична інженерія»  
зі спеціальності 142 - «Енергетичне машинобудування»**

**«Кріогенні системи на суднах»**

**60 год. / 2 кредити ЕКТС  
(15 год. лекцій, 15 год. практичних занять)**

**Навчальний контент**

**Модуль № 1. Зрідження газів.**

Тема 1.1. Вступ. Коротка історія розвитку кріогенної техніки, сучасний стан і тенденції розвитку. Особливості зрідження газів.

Тема 1.2. Ідеальні процеси зрідження. Способи переходу газу в рідину. Особливості процесу зрідження газу у біякритичній області, порівняння його з адіабатним розширенням.

Тема 1.3. Процеси зрідження з використанням ефекту дроселювання. Процес Лінде з одноразовим і подвійним дроселюванням. Процеси Клода і Гейтланда.

Тема 1.4. Процес зрідження при низькому тиску із застосуванням турбодетандера (процес Капіці). Порівняння різних процесів зрідження.

Тема 1.5. Газова холодильна машина "Філіпс". Зворотний цикл Стірлінга, принцип роботи і конструкція.

Тема 1.6. Поділ повітря. Методи і способи поділу газових сумішей. Способи очищення повітря. Схема установок поділу повітря. Типи і конструкції ректифікаційних колон.

**Модуль № 2. Низькотемпературна теплоізоляція і обладнання кріогенних систем на суднах.**

Тема 2.1. Низькотемпературна ізоляція, яка працює при атмосферному тиску.

Тема 2.2. Високовакуумна теплоізоляція.

Тема 2.3. Трубопроводи і арматура для транспортування зріджених газів.

Тема 2.4. Насоси для перекачування зріджених газів.

Тема 2.5. Електричні машини з суперпровідниковими обмотками.

Тема 2.6. Установки кріостатування радіоелектронних пристроїв.

**Модуль № 3.** Визначення потужності охолодження повторного зрідження природного газу.

Тема 3.1. Визначення розмірів та площі поверхні цистерн різної форми.

Тема 3.2. Розрахунок максимальних коефіцієнтів теплопередачі.

Тема 3.3. Розрахунки теплопритоків в цистернах різного типу.

**Модуль № 4.** Перевезення зріджених газів на судах.

Тема 4.1. Сучасний стан та перспективи розвитку судів-газовозів. Перевезення зріджених нафтових газів при повному тиску. Перевезення при проміжному тиску.

Тема 4.2. Перевезення зріджених природних газів при проміжному тиску. Конструкції цистерн. Розвантаження і навантаження зріджених газів.

Тема 4.3. Установки повторного зрідження газів. Схеми, цикли, склад обладнання.

**Програма підготовки магістрів у галузі знань 14- «Електрична інженерія»  
зі спеціальності 142 - «Енергетичне машинобудування»**

**«Кріогенні системи на суднах»**

**60 год. / 2 кредити ЕКТС**

**(15 год. лекцій, 15 год. практичних занять)**

**Теми практичних занять**

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Ідеальні процеси зрідження. Способи переходу газу в рідину. Особливості процесу зрідження газу у біякритичній області, порівняння його з адіабатним розширенням	2
2	Визначення потужності охолодження повторного зрідження природного газу	4
3	Визначення розмірів та площі поверхні цистерн різної форми	4
4	Розрахунок максимальних коефіцієнтів теплопередачі	2
5	Розрахунки теплопритоків в цистернах різного типу.	3
<b>Разом</b>		<b>15</b>

**Програма підготовки магістрів у галузі знань 14- «Електрична інженерія»  
зі спеціальності 142 - «Енергетичне машинобудування»**

**«Кріогенні системи на суднах»**

**60 год. / 2 кредити ЕКТС  
(15 год. лекцій, 15 год. практичних занять)**

**Завдання для самостійної роботи**

Самостійна робота з курсу «Кріогенні системи на суднах» включає такі форми:

- опрацювання лекційного матеріалу;
- підготовка до практичних занять;
- самостійна робота з літературою та джерелами для опрацювання актуальних питань курсу.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Процеси зрідження з використанням ефекту дроселювання. Процес Лінде з одноразовим і подвійним дроселюванням. Процеси Клода і Гейтланда..	6
2	Низькотемпературна ізоляція, яка працює при атмосферному тиску.	6
3	Насоси для перекачування зріджених газів.	6
4	Визначення розмірів та площі поверхні цистерн різної форми	6
5	Перевезення зріджених природних газів при проміжному тиску. Конструкції цистерн. Розвантаження і навантаження зріджених газів.	6
<b>Разом</b>		<b>30</b>

## **Завдання для поточного та підсумкового контролю**

### **Програма підготовки магістрів у галузі знань 14- «Електрична інженерія» зі спеціальності 142 - «Енергетичне машинобудування»**

#### **«Кріогенні системи на судах»**

**60 год. / 2 кредити ЕКТС**

**(15 год. лекцій, 15 год. практичних занять)**

1. Облaсті застосування кріогенної техніки.
2. Ідеальний кріогенний цикл.
3. Цикл і принципова схема кріогенної установки, що працює по циклу Лінде.
4. Класифікація кріогенних установок за призначенням.
5. Цикл і принципова схема кріогенної установки, що працює за циклом Стірлінга.
6. Конструкція і принцип роботи машини Філіпса.
7. Цикл і принципова схема кріогенної установки, що працює по циклу Капіці.
8. Цикл і принципова схема кріогенної установки, що працює по циклу Клода.
9. Порівняння кріогенних циклів їх ефективність.
10. Теплоізоляція, застосовувана в кріогенних системах.
11. Насоси для перекачування кріогенних рідин по трубопроводах.
12. Вимоги, що пред'являються до ємностей для зберігання зріджених газів.
13. Ємності для зберігання зріджених газів. Судини Дюара.
14. Газифікація рідкого кисню.
15. Основні способи розділення повітря, Класифікація воздухораздільних установок.
16. Ректифікація. Конструкція і принцип роботи ректифікатора.
17. Схема і принцип роботи ВРУ з одноколонного ректифікатором.
18. Схема і принцип роботи ВРУ з двоколонним ректифікатором.
19. Фільтри, що застосовуються в кріогенних системах.
20. Витяг рідкісних газів з повітря. Отримання аргону.
21. Витяг рідкісних газів з повітря. Отримання кріптоновоксенонової суміші аргону.
22. Витяг рідкісних газів з повітря. Отримання неонгелієвої суміші.
23. Системи кріогенного забезпечення надпровідних пристроїв.
24. Повітря, продукти його поділу та їх використання.
25. Гелій. Облaсті застосування кріогенних гелієвих установок.
26. Схема і принцип роботи гелієвого рефрижератора.
27. Схема і принцип роботи неонгелієвого рефрижератора.
28. Водень. Облaсті застосування, методи отримання.
29. Основні методи отримання кріогенних температур.
30. Основні методи вимірювання кріогенних температур.
31. Перевезення зріджених газів на судах. Конструкції вантажних танків газозовів.
32. Класифікація і конструктивні особливості газозовів.

33. Системи реконденсації газів. Класифікація і область застосування.
34. Установки прямого зрідження газів на судах.
35. Установки непрямого зрідження газів на судах.
36. Каскадні установки зрідження газів на судах.
37. Установка реконденсації газів, яка працює за циклом Стірлінга.
38. Установка реконденсації природних газів, яка працює за циклом Брайтона.
39. Установка реконденсації природних газів, яка працює за модифікованим циклу Брайтона.
40. Осушення повітря і газів.