

Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет
Кафедра кріогенної техніки



ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

На тему: «Дослідження ректифікаційної установки для
розділення Ne-Ne-суміші»

Здобувача Полянського О.В.

2-го курсу КТ 861 групи

Керівник: проф. Симоненко Ю.М.

Консультант: проф. Морозюк Л.І.

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від _____ 2022 р., протокол № _____

Завідувач кафедри КТ _____ Юрій СИМОНЕНКО

Одеса - 2022 рік

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Низькотемпературної техніки та інженерної механіки
Кафедра Кріогенної техніки
Ступінь вищої освіти магістр
Спеціальність 142 «Енергетичне машинобудування»
Освітня програма «Кріогенні технології виробництва,
зрідження і транспортування природного газу»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри КТ

д.т.н., проф. Симоненко Ю.М

«__» __ 2022 року

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА**

Полянського Олексія Вікторовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження ректифікаційної установки для розділення
Ne-Ne-суміші

Керівник роботи д.т.н., проф. Симоненко Юрій Михайлович
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ОНТУ від 01 листопада 2022 року № 799-03

2. Термін здачі здобувачем закінченої роботи 05 грудня 2022 року

3. Вихідні дані до роботи: Кріогенна гелієва установка

4. Перелік питань, які потрібно розробити:

Вступ. Техніко-економічне обґрунтування. Опис установки. Вихідні дані. Технологічний
Розрахунок установки. Розрахунок ректифікаційної колони. Розрахунок двопотокового
рекуперативного теплообмінного апарату. Охорона праці. Висновки. Список використаних джерел

5. Перелік графічного матеріалу:
Презентація Power Point (10 слайдів)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	проф. Морозюк Л.І.		

7. Дата видачі завдання _____ 22.08.2022 _____

Керівник _____ д.т.н., проф. Симоненко Ю.М.

Завдання прийняв до виконання _____ Полянський О.В.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вивчення технічного завдання	5 днів	
2	Огляд і вивчення літератури	14 днів	
3	Розробка математичної моделі об'єкта	2 дні	
4	Вибір методу дослідження	20 днів	
5	Адаптація методів дослідження до практичного застосування	15 днів	
6	Розробка графічних моделей	2 дні	
7	Аналіз результатів досліджень	2 дні	
8	Оформлення пояснювальної записки	2 дні	
9	Обговорення та затвердження результатів роботи	2 дні	
10	Підготовка матеріалів роботи до захисту	2 дні	

Здобувач-дипломник _____
(підпис)

Полянський О.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Симоненко Ю.М.
(прізвище та ініціали)

Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів кваліфікаційної роботи, даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікаційної роботи на офіційних web-ресурсах ОНТУ.

Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення норм академічної доброчинності

Здобувач-дипломник

Полянський О.В.
(ПІБ)

(підпис)

АНОТАЦІЯ

Неон має унікальні фізико-хімічні властивості, які зумовили його використання в багатьох сферах сучасної промисловості. Крім неону з природним ізотопним співвідношенням, в наукомістких технологіях знаходять застосування ізотопні компоненти ^{20}Ne , ^{21}Ne і ^{22}Ne і їх суміші. Незважаючи на труднощі виробництва, інтерес до газових ізотопних елементів з кожним роком зростає. Вони затребувані в медицині, ядерній фізиці, лазерних гіроскопах і маспектрометрії. Враховуючи доступність повітря як сировини, зростання потужності повітророздільних установок, удосконалення технології переробки неонгелієвої суміші та зростання потреби в неоні та гелії, їх виробництво з повітря буде неухильно і швидко зростати. Удосконалення технологій з вилучення цих цінних продуктів дозволить утримувати і розвивати лідерські позиції серед світових виробників рідких газів в умовах зростаючої конкуренції і підвищених вимог до економії енергоресурсів. Створення комплексу ефективних і безвідходних технологій для отримання стабільних ізотопів неону логічно вписується в технологічну послідовність неоновому виробництву і є актуальним науково-технологічним завданням.

Ключові слова: Неон, ізотопи, ректифікація, адсорбер, неоновий цикл

ABSTRACT

Neon has unique physicochemical properties that have led to its use in many areas of modern industry. In addition to neon with a natural isotopic ratio, isotopic components ^{20}Ne , ^{21}Ne and ^{22}Ne and their mixtures are used in science-intensive technologies. Despite the difficulties of production, interest in gaseous isotope elements grows every year. They are in demand in medicine, nuclear physics, laser gyroscopes and mass spectrometry. Taking into account the availability of air as a raw material, the increase in the capacity of air separation units, the improvement of the technology of processing the neon-helium mixture and the growing need for neon and helium, their production from air will steadily and rapidly grow. The improvement of technologies for the extraction of these valuable products will allow us to maintain and develop leadership positions among world producers of liquid gases in the conditions of growing competition and increased requirements for saving energy resources. The creation of a complex of efficient and waste-free technologies for obtaining stable neon isotopes logically fits into the technological sequence of neon production and is an urgent scientific and technological task.

Keywords: Neon, isotopes, rectification, adsorber, neon cycle

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА	8
1.1. Техніко-економічне обґрунтування	8
2. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	8
2.1. Опис установки, що розробляється	25
2.2. Принцип роботи установки	19
2.3. Технологічний розрахунок установки.....	24
2.4. Розрахунок ректифікаційної колони.....	38
2.4.1 Розрахунок апаратів блоку розділення	31
2.4.2 Визначення числа теоретичних ректифікаційних тарілок	32
2.4.3 Визначення висоти колони	34
2.4.4 Розрахунок гідравлічного опору	35
2.5 Розрахунок двопотокового рекуперативного теплообмінного апарату....	38
2.5.1 Вихідні дані	38
2.5.2 Тепловий баланс апарату	39
2.5.3 Перевірка можливості реалізації теплообміну	40
2.5.4 Вибір конструктивних вихідних даних	41
2.5.5 Енергетичний розрахунок	42
ВИСНОВКИ	59
ОХОРОНА ПРАЦІ	60
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	75

					КРМ.КТ.1.799-03.2.2			
Змін	Арку	№ документ.	Підпис	Дата	Дослідження ректифікаційної установки для розділення Не-Не-суміші	Літ.	Аркуш	Листів
<i>Розроб.</i>		Полянський О.В.						
<i>Перевір.</i>		Симоненко Ю.М						
<i>Рецензуван</i>								
<i>Н. Контр.</i>		Симоненко Ю.М						
<i>Затвердже</i>						КТ-861		

ВСТУП

При отриманні чистих неону та гелію, після попереднього очищення від кисню, азоту, водню та інших домішок необхідно розділити неонгелієву суміш. Для цього застосовується насадкова ректифікаційна колона, яка буде розроблена в кваліфікаційній роботі.

На відміну від гелію, неон майже не міститься в природному та інших газах і єдиним джерелом його одержання є повітря. Концентрація неону у повітрі становить $18 \cdot 10^{-4}$ %. Однак його загальна оцінна кількість вимірюється десятками мільярдів тонн. Гелія в повітрі ще менше – $5,24 \cdot 10^{-4}$ %, але загальна кількість оцінюється в 3,7 мільярдів тонн, що в кілька разів перевищує запаси гелію, який міститься у всіх розвіданих природних геліоносних газах.

Враховуючи доступність повітря як сировини, зростання потужності повітророздільних установок, удосконалення технології переробки неонгелевої суміші та зростання потреби в неоні та гелії, їх виробництво з повітря буде неухильно і швидко зростати. Навіть у США, що мають унікальні родовища природних геліоносних газів та потужну гелієву промисловість на їх базі, розпочато виробництво гелію з повітря. Розрахунки показали, що через 15-20 років у зв'язку з неминучим виснаженням запасів природних газів з високим вмістом гелію, практично єдиним джерелом отримання гелію, так само стане атмосферне повітря. Собівартість чистого атмосферного гелію оцінюється в 35-70 дол/м³, а можливий шлях її зниження пов'язується з подальшим удосконаленням розробленого США промислового адсорбційного способу вилучення гелію з повітря. Цей метод вже зараз вважається економічно доцільним під час переробки 105 м³/год повітря.

					КРМ.КТ.1.799-03.2.2	Лист
Ли	Зм.	№ докум.	Підп.	Дат		6