

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



## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

**На тему:** «Розробка азотного блоку продуктивністю 600м<sup>3</sup>/год під тиском 0,7  
МПа установки розділення повітря»

Здобувача Тіхонін В. А.

2-го курсу КТ-262М групи

Керівник проф. Троценко О.В.

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. **Юрій СИМОНЕНКО**

«\_\_» \_\_\_\_ 2022 року

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

Тіхоніна Владислава Андрійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи \_\_\_\_\_ Розробка азотного блоку продуктивністю 600 м<sup>3</sup>/год під тиском  
0,7 МПа установки розділення повітря

Керівник роботи \_\_\_\_\_ д.т.н., проф. Троценко О.В.

(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: \_\_\_\_\_ Повіторозділювальна установка для отримання кисню.

Концентрації продуктів поділу.

Продуктивність: 600 м<sup>3</sup>/год. Параметри установки.

4. Перелік питань, які потрібно розробити:

Вступ. Огляд технічної інформації з питань, що досліджується. Технологічна схема  
повіторозділювальної установки. Розрахунок параметрів та характеристик установки.

Матеріальні баланси елементів установки. Розрахунок процесу ректифікації.

Розрахунок азотного блоку. Основні характеристики установки розділення повітря.

Охорона праці. Перелік використаної літератури.

5. Перелік графічного матеріалу:

Презентація Power Point (8 слайдів)

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

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ 02.08.2022 \_\_\_\_\_

Керівник \_\_\_\_\_ проф. Олександр ТРОЦЕНКО

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ Владіслав ТІХОНІН

### 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 )

Владіслав ТІХОНІН  
( прізвище та ініціали )

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
( підпис )

Олександр ТРОЦЕНКО  
( 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**

Тіхонін В.А.  
( ПІБ )

\_\_\_\_\_  
( підпис )

## АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота магістра ( пояснювальна записка) містить 70 сторінок, 12 рисунків, 15 таблиць, список джерел з 10-ти найменувань.

Актуальністю даної теми є те, що при створенні кріогенного обладнання необхідно прагнути до максимально можливого зниження його металомісткості, чим нижча металомісткість, тим нижчі енергетичні витрати на охолодження у пусковий період.

Розроблено азотний блок установки розділення повітря.

Надано огляд сучасного стану кріогенного обладнання на світовому ринку щодо повітророздільних установок для отримання азоту.

Проведено розрахунки блоку та енергетичний аналіз характеристик отримання азоту з урахуванням заданої продуктивності установки.

*Ключові слова:* повітророздільна установка; азот; блок; дворазова ректифікація.

## ABSTRACT

Thesis (explanatory note) contains 70 pages, 12 figures, 15 tables, a list of sources from 10 titles.

The relevance of this topic is that when creating cryogenic equipment, it is necessary to strive for the maximum possible reduction of its metal density, the lower the metal density, the lower the energy costs for cooling during the start-up period.

The nitrogen unit of the air separation unit has been developed.

An overview of the current state of cryogenic equipment on the world market regarding air separation units for nitrogen production is provided.

Calculations of the block and energy analysis of the characteristics of nitrogen production were carried out, taking into account the set productivity of the installation.

***Key words:*** *air distribution unit; nitrogen; block; double rectification.*

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА .....	9
1.1 Огляд технічної інформації з питань, що досліджується.....	9
1.2 Технологічна схема повітророзділювальної установки .....	14
РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА.....	17
2.1 Розрахунок параметрів та характеристик установки.....	17
2.2 Матеріальні баланси елементів установки.....	18
2.3 Енергетичний баланс апарату дворазової ректифікації .....	24
2.4 Розрахунок процесу ректифікації.....	28
2.4.1 Розрахунок теплового навантаження конденсатора випарника.....	29
2.4.2 Розрахунок апаратів.....	35
2.4.3 Гидравлічний розрахунок нижньої колони .....	39
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ .....	59
ОХОРОНА ПРАЦІ .....	60
ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ .....	65
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	70

*КРМ.КТ.1.799-03.1.9*

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
		Тіхонін В.А.			<b>ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА</b>	Літ.	Арк.	Акрушіє
Розроб.		Троценко О.В					6	70
Перевір.						<b>ОНТУ, ар КТ-262М</b>		
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.								



повітророзділювальної установки для отримання азоту;

- оцінити техніко-економічні показники обладнання блоку

**Об'єкт дослідження** - технологічна схема повітророзділювальної установки.

**Предмет дослідження** - процеси, які здійснюються у блоках ректифікації повітророзділювальної установки.

**Методи дослідження:** огляд науково-технічної літератури, методи математичного моделювання, розрахунково-аналітичні та графічні методи.

**Наукова новизна одержаних результатів** полягає в тому, що: отримав подальший розвиток та вибір типу, конструювання та розрахунок колон, що забезпечують задану продуктивність при оптимальних розмірах та гідравлічних опорах в цих апаратах.

**Практичне значення отриманих результатів** полягає в отриманні результатів, що можуть бути використані під час розробки нових установок для отримання кисню.

**Фактологічна основа роботи:** складається з підручників, матеріалів періодичних науково-технічних видань, наукових статей та інших матеріалів з проблематики криогенної техніки та методів розробки повітророзділювальних установок для отримання кисню.

**Структура роботи.** Кваліфікаційна робота складається з вступу, 4 розділів, висновків, списку використаної літератури. Зміст роботи викладено на 71 сторінці, включаючи 12 рисунків, 15 таблиць.

					КРМ.КТ.1.799-03.1.9	8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		