

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



**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ МАГІСТРА**

на тему : Дослідження методів підвищення енергетичної ефективності газотурбінних установок на основі утилізації теплоти Барської газоперекачувальної компресорної станції

Здобувача Шиян Л. М.

2 курсу ГУ-168М групи

Керівник доцент Ярошенко В.М

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від 5 грудня 2022 р., протокол № 6

Завідувач кафедри Кріогенної техніки _____Юрій СИМОНЕНКО

Одеса 2022

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Низькотемпературної техніки та інженерної механіки
Кафедра Кріогенної техніки
Ступінь вищої освіти магістр
Спеціальність Енергетичне машинобудування
Освітня програма Газотурбінні установки та компресорні станції

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри КТ
“ 10 ” вересня 2022 року

З А В Д А Н Н Я на кваліфікаційну роботу здобувача Шияна Леоніда Миколайовича

1. Тема роботи : Дослідження методів підвищення енергетичної ефективності газотурбінних установок на основі утилізації теплоти Барської газоперекачувальної компресорної станції

Керівник роботи к.т.н., доцент Ярошенко В.М.

Затверджені наказом вищого навчального закладу від 30.09.2021 року №798-03

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 01.12.2022

3. Вихідні дані до проекту (роботи) : Виконати теоретично-дослідницький аналіз утилізаційних технологій газотурбінних установок на основі парогазових установок монарного та бінарного типів.

Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

- Аналіз роботи газотранспортної системи та застосування газотурбінних установок
- Необхідність та способи утилізації вторинних теплових потоків ГТУ
- Аналіз, дослідження та розрахунок утилізаційних схем газотурбінних установок з паротурбінною та повітряно турбінною надбудовами.
- Розрахунок основного та допоміжного обладнання установки утилізації теплоти.
- Охорона праці та безпека життєдіяльності.
- Цивільна оборона
- Економічний розділ

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Ілюстративно -інформаційний матеріал та слайди презентації.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
5	Проф. Морозюк Л.І.		

7. Дата видачі завдання 10 вересня

Керівник роботи

Ярошенко В.М.

Завдання прийняв до виконання

Шиян Л.М.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання	Примітка
1.	Загальні характеристики та особливості ГТУ	10.10.2022.	
2	Аналіз методів підвищення енергетичної ефективності ГТУ	20.10.2022.	
3	Дослідження комбінованої бінарної газопаротурбінної установки	15.11.2022	
4	Дослідження парогазових ГТУ з повітряним контуром	15.11.2022	
5	Охорона праці та безпека життєдіяльності	1.12.2022	
6	Цивільна оборона	1.12.2022	
7	Економічний розділ	1.12.2022	

Здобувач- дипломник

Шиян Л.М.

Керівник роботи _____ Ярошенко В.М.

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 доброчесності.

Здобувач - дипломник

Шиян Л.М.

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота бакалавра складається з: 84 сторінок розрахунково-пояснювальної записки, 8 таблиць, 24 рисунків, 17 літературних джерел.

Розглядаються загальні питання застосування газотурбінних установок на компресорних станціях газотранспортної системи та аналізуються методи підвищення їх енергетичної ефективності за допомогою утилізаційних технологій.

Приводиться порівняльний аналіз та розрахунки парогазових установок бінарного типу з паротурбінним циклом та повітряним сухим контуром.

Розглядаються питання безпеки життєдіяльності та охорони праці та загальні питання цивільної оборони .

Ключові слова: ГАЗОТУРБІННА УСТАНОВКА, ПАРОГАЗОВА УСТАНОВКА, ЕФЕКТИВНІСТЬ, УТИЛІЗАЦІЯ ТЕПЛОТИ, БІНАРНИЙ ТА МОНАРНИЙ ЦИКЛ , ПАРОТУРБІННА УСТАНОВКА, ПОВІТРЯНИЙ КОНТУР, ЕЛЕКТРИЧНИЙ ККД, КОЕФІЦІЄНТ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ.

АНОТАЦІЯ

The bachelor's qualification work consists of: 84 pages of calculation and explanatory note, 8 tables, 24 figures, 17 literary sources.

The general issues of the application of gas turbine units at the compressor stations of the gas transportation system are considered and the methods of increasing their energy efficiency with the help of utilization technologies are analyzed.

A comparative analysis and calculations of binary-type steam-gas plants with a steam-turbine cycle and an air-dry circuit are given.

Issues of life safety and labor protection and general issues of civil defense are considered.

Keywords: GAS TURBINE PLANT, STEAM GAS PLANT, EFFICIENCY, HEAT RECOVERY, BINARY AND MONAR CYCLE, STEAM TURBINE PLANT, AIR

Вступ.....	6
Розділ 1. Загальні характеристики та особливості ГТУ.....	8
1.1. Історичний розвиток ГТУ.....	8
1.2. Основні напрямки практичного застосування ГТУ	9
1.3. Застосування ГТУ на компресорних станціях газотранспортної системи	11
1.3.1. Загальна характеристика газотранспортної системи (ГТС) України...	13
1.3.2. Загальна характеристика компресорної станції « Бар».....	16
1.4. Розрахунок пропускної здатності компресорної станції	18
1.4.1. Методика розрахунку.....	18
1.4.2. Результати розрахунків.....	25
Розділ 2. Аналіз методів підвищення енергетичної ефективності ГТУ.....	28
2.1. Показники енергетичної ефективності циклів ГТУ.....	28
2.2. Загальні принципи підвищення ефективності ГТУ.....	31
2.3. Утилізаційні котельні установки	34
2.4. Парогазові установки.....	36
2.4.1. Переваги і недоліки парогазових установок.....	38
2.4.2. Парогазові установки бінарного типу.....	38
2.4.3. Монарні парогазові установки.....	41
2.4.4. Схематичні рішення парогазових утилізаційних установок.....	42
2.5. Тепловикористовуючі холодильні машини.....	44
Розділ 3. Дослідження комбінованої газопаротурбінної установки.....	47
3.1. Технологічна схема ПГУ.....	47
3.2. Енергетичний розрахунок циклу газотурбінної установки	48
3.3. Розрахунок паротурбінної установки	51
3.4. Основні характеристики комбінованої газопаротурбінної установки ...	53
3.5. Розрахунок контактного теплообмінника-утилізатора.....	55
Розділ 4. Дослідження парогазової ГТУ з повітряним контуром.....	58
4.1. Принципи утилізації теплоти в ПГУ з повітряним контуром.....	58
4.2. Аналіз установки з двохвальною ГТУ	59
4.2.1. Енергетичний розрахунок газотурбінної установки.....	61
4.2.2. Термогазодинамічний розрахунок газотурбінного контуру	65
4.2.3. Тепловий розрахунок трубчастого повітропідігрівників.....	68
Розділ 5. Охорона праці та безпека життєдіяльності.....	70
5.1. Особливості виробництва за їх вибухопожежною небезпекою	70
5.2. Електробезпека. Захисне заземлення електричних установок.....	71
5.3. Пожежна безпека.....	72
5.4. Виробнича санітарія.....	73
5.5. Вентиляція.....	74
Розділ 6. Цивільний захист.....	75
6.1. Техногенні джерела небезпеки та види техногенного характеру.....	75
Розділ 7. Економічний розділ.....	78
7.1. Поняття техніко-економічних показників	78
7.2. Парогазова електростанція – об’єкт економічної діяльності.....	79
Основні висновки.....	83
Список використаних літературних джерел.....	84

ВСТУП

Актуальність роботи

Ефективність і економічність використання газотурбінних установок на компресорних станціях газопроводів, завдяки високій енергоємності, компактності і автономності вже давно доведені на прикладі більшості газотранспортних компаній.

Енергетична галузь завжди являється пріоритетною, так як енергетичні витрати при виробництві технологічної продукції в більшості випадків складають п'ятьдесят і більше відсотків. У зв'язку з процесами Євроінтеграції України, та складним економічно-енергетичним становищем наша країна звертає першочергову увагу на енергетичну галузь в плані підвищення її ефективності та відповідності сучасним вимогам та нормам.

Важливу роль в забезпеченні надійного і економічного енергопостачання в Україні відіграє газотранспортна система з використанням газотурбінних установок в якості привідних установок компресорних станцій.

Одночасно з тим, особливістю енергетики України є надзвичайно високий моральний і фізичний знос газоперекачуючого компресорного обладнання, яке потребує протягом найближчого десятиріччя практично повної заміни або глибокої модернізації.

На сьогоднішній день кількість газоперекачувальних агрегатів з приводом на основі ГТУ досягла за сумарною потужністю більше 80% від загальної встановленої потужності. При цьому варто відзначити, що на привід газоперекачувальних агрегатів (ГПА) витрачається близько 30% обсягу природного газу, що перекачується. Таким чином, одним із пріоритетних напрямків розвитку технологій газотранспортної системи (ГТС) є впровадження доступних і ефективних методів підвищення ефективності компресорних станцій на основі ГТУ.

Розробки щодо підвищення загальної техніко-економічної ефективності проводяться за наступними напрямками:

- модернізація термодинамічних циклів в самій установці та впровадження сучасних конструктивних рішень по створенню теплових двигунів;
- утилізація теплових потоків ГТУ для виробництва теплоти, електричної енергії та холоду у тому числі і його використання для підвищення ефективності ГТУ.

Як показують дослідження, застосування того або іншого способу підвищення ефективності залежить від багатьох факторів таких як конструкція установки та особливості технологічного процесу з її застосуванням, потужність установки, умови експлуатації та інше.

Одним із найбільш ефективних способів утилізації теплоти газів являються технології на основі парогазових та рекуперативних установок, які можуть виготовлятися на енергомашинобудівних підприємствах України

Раціональне впровадження утилізаційних технологій в газотурбінних установках суттєво підвищує техніко-економічну ефективність газоперекачувальних агрегатів та всієї газотранспортної системи в цілому.

Як показують дослідження , застосування того або іншого способу підвищення ефективності залежить від багатьох факторів таких як конструкція установки та особливості технологічного процесу з її застосуванням, потужність установки, умови експлуатації та інше .

Об'єкт дослідження – В роботі досліджуються експлуатаційні особливості лінійної компресорної станції газотранспортної системи та варіантні можливості впровадження парогазових енергозощаджуючих технологій на прикладі газоперекачувального агрегату компресорної станції « Бар» за рахунок утилізації теплоти вихідних газів.

Мета та завдання поставлені в даній роботі.

Мета роботи: провести теоретично аналіз та порівняльне дослідження утилізаційних технологій парогазових установок з паротурбінними та повітряно турбінними надбудовами.

Для досягнення поставленої мети вирішуються такі завдання:

Аналізуються питання визначення з метою підвищення енергетичної ефективності газотурбінних установок, що дає можливість підвищення ефективного ККД енергетичних установок , отримання відповідного енергозберігаючого ефекту та економії палива.

Розглядається проблема ефективного використання теплоти викидних газів в утилізаційних технологіях з використанням теплообмінного холодильного обладнання та парогазового циклу та циклу з повітряним теплоенергетичним контуром.

В роботі проведені розрахунки парогазових установок з паровим та повітряним утилізаційними надбудовами та їх комплектація відповідними теплообмінними апаратами для більш ефективної утилізації викидних теплових потоків газотурбінної установки.