

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Факультет систем управління літальних апаратів

Кафедра 303

**Пояснювальна записка
до дипломного проекту
магістра**

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему «Розробка та дослідження вимірювача температури газу»

Виконав: студентка 6 курсу групи № 363М
напряму підготовки (спеціальності)

“ _____ ”

(шифр і назва напряму підготовки (спеціальності))

Калугіна Я.О.

(прізвище й ініціали студента)

Керівник: Цеховський М.В.

(прізвище й ініціали)

Рецензент: _____

(прізвище й ініціали)

Харків – 2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Факультет «Системи управління літальних апаратів»

Кафедра «303»

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр

Напрямок підготовки 152

Спеціальність Інтелектуальні ІВС

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри 303

«___» _____ 2022 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТУ

Калугіна Я.О.

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту «Розробка та дослідження вимірювача температури газу»

керівник проекту Цеховський Максим Володимирович к.т.н., доцент, доктор філософії, с.н.с.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “___” _____ 202_ року №___

2. Строк подання студентом проекту 12.12.2022 р.

3. Вихідні дані до проекту провести аналіз необхідності вимірювання температури газу при видобутку та транспортуванні газу, розробити модуль вимірювання температури газу з напругою живлення схем +5В, споживання не більше 500мА, похибка вимірювання 0,1%. Пристрій повинен обробляти вихідний сигнал з аналогових та цифрових первинних перетворювачів температури та видавати оброблений сигнал по цифровому інтерфейсу.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) провести дослідження систем видобутку та транспортування газу з

метою визначення місця процесу вимірювання температури та його значущості; проаналізувати методи та засоби вимірювання температури; розробити структурну схему пристрою; розробити електричну принципову схему пристрою; розробити та розрахувати конструкцію корпусу пристрою; розробити технологічний процес складання друкованого модуля пристрою; провести оцінку економічної ефективності розробки пристрою, розробити заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

- 1) Постановка завдання проектування (A1)
- 2) Місце та значущість процесу вимірювання температури газу при його видобутку та транспортуванні(A1);
- 3) Аналіз методів вимірювання температури (A1);
- 4) Аналіз засобів та систем вимірювання температури (A1);
- 5) Структурна схема вимірювача температури газу (A1);
- 6) Електрична принципова схема вимірювача температури газу (A1);
- 7) Конструкція корпусу вимірювача температури газу (A1);
- 8) Складальне креслення друкованого вузла вимірювача температури газу (A1);
- 9) Технологічний процес складання електронного модуля вимірювача температури газу (A1).

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Основний розділ	Цеховський М.В. к.т.н., доцент		
Технологічний розділ	Заболотний В.А. к.т.н., доцент		
Економічний розділ	Омельченко О.Л. ст..викладач		

7. Дата видачі завдання 01.09.2022р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Аналіз систем видобутку та транспортування газу.		
2	Аналіз методів вимірювання температури.		
3	Аналіз засобів та систем вимірювання температури.		
4	Розробка структурної схеми вимірювача температури газу.		
5	Розробка електричної принципової схеми вимірювача температури газу.		
6	Розробка конструкції друкованого вузла та корпусу вимірювача температури газу.		
7	Аналіз технологічності складання електронного модуля вимірювача температури газу.		
8	Аналіз економічної ефективності розробки вимірювача температури газу.		
9	Подання закінченого проекту керівникові		

Студент _____

(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту _____

РЕФЕРАТ

У дипломному проекті проведено аналіз проблематики побудови каналів вимірювання температури у системах видобутку та транспортування газу. Проведено аналіз існуючих методів та засобів вимірювання температури. Розглянуто первинні перетворювачі температури з аналоговим та цифровим вихідним сигналом. З урахуванням світових тенденцій у приладобудуванні побудовано структурну та електричну принципову схему електронного модуля вимірювання температури газу. Розроблено конструкцію друкованого вузла електронного модуля, а також конструкцію його корпусного набору. Проведено аналіз технологічності складання електронного модуля приладу, а також розроблено техпроцес складання його друкованого вузла. Проведено розрахунок економічної доцільності розробки виробу.

Ключові слова: температурна компенсація, вимірювач температури, розподілена система, обчислювач, мікроконтролер.

Розрахунково-пояснювальна записка: 108 сторінки, 6 розділів, 59 малюнків, 24 таблиці, 4 додатки, 43 джерел

ЗМІСТ.....	5
ВСТУП.....	8
1 ОГЛЯД ГАЗОВИДОБУВНИХ І ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ.....	9
1.1 Єдина система газопостачання.....	9
1.2 Організація свердловини.....	10
1.3 Газовий промисел.....	13
1.4 Комплексна переробка газу.....	15
1.5 Магістральний газопровід.....	17
1.6 Компресорна станція.....	19
1.7 Газове сховище.....	20
2 АНАЛІЗ МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ КОНТРОЛЮ ТЕМПЕРАТУРИ.....	22
2.1 Термометри розширення.....	22
2.2 Термоперетворювачі опору.....	26
2.3 Термoeлектричні термометри.....	27
2.4 Пірометри випромінювання.....	29
3 ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРОННОГО МОДУЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ.....	32
3.1 Огляд первинного перетворювача температури з однопровідним цифровим виходом.....	33
3.2 Розробка структурної схеми електронного модуля вимірювача температури газу.....	37
3.2.1 Огляд функціоналу мікрообчислювача.....	39
3.2.2 Опис функціоналу датчиків температури.....	43
3.2.3 Інтерфейс JTAG.....	45
3.2.4 Драйвер інтерфейсу RS-485.....	48
3.3 Розробка електричної принципової схеми електронного модуля вимірювання температури газу.....	50
3.3.1 Схема включення мікроконтролера	50
3.3.2 Схема скидання мікроконтролера.....	61
3.3.3 Схема стабілізації живлення елементів електронного блоку.....	63

3.3.4 Побудова інтерфейсу RS-485.....	66
3.3.5 Підключення зовнішньої пам'яті.....	72
3.3.6 Підключення датчиків температури.....	76
3.3.7 Організація зовнішніх підключень.....	84
4 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС СКЛАДАННЯ ДРУКОВАНОГО ВУЗЛА ЕЛЕКТРОННОГО МОДУЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ГАЗУ.....	86
4.1 Аналіз технологічності.....	86
4.1.1 Якісна оцінка технологічності.....	86
4.1.2 Кількісна оцінка технологічності.....	87
4.2 Визначення типу виробництва та вибір організаційної форми складання.....	89
4.3 Розробка технологічної схеми складання.....	90
4.4 Розробка маршрутної технології.....	92
4.5 Розробка операційної технології.....	92
5 РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ЕЛЕКТРОННОГО ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ГАЗУ.....	94
5.1 Розробка конструкції друкованого вузла електронного модуля.....	94
5.2 Розробка конструкції корпусу електронного модуля вимірювання температури.....	95
5.3 Тепловий розрахунок корпусу електронного модуля вимірювання температури газу.....	95
6 ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗРОБКИ ЕЛЕКТРОННОГО МОДУЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ГАЗУ.....	98
6.1 Опис виробу.....	98
6.2 Розрахунок собівартості виготовлення та ціни системи моніторингу фізичних параметрів.....	98
6.3 Розрахунок точки беззбитковості.....	102
6.4 Висновок.....	103
ВИСНОВОК.....	120
СПИСОК ДЖЕРЕЛ.....	121

ВСТУП

Газ, що надходить із свердловин, необхідно підготувати до транспортування кінцевого користувача — хімічний завод, котельня, ТЕЦ, міські газові мережі. Необхідність підготовки газу викликана присутністю в ньому, крім цільових компонентів, а також домішок, що викликають труднощі при транспортуванні або застосуванні. Так, пари води, що міститься в газі, за певних умов можуть утворювати гідрати або, конденсуючись, накопичуватися в різних місцях (наприклад, згинання трубопроводу), заважаючи просування газу; сірководень викликає сильну корозію газового обладнання (труби, ємності теплообмінників тощо). Крім підготовки самого газу, необхідно підготувати і трубопровід. Широке застосування тут знаходять азотні установки, які використовуються для створення інертного середовища в трубопроводі.

Газ готують за різними схемами. Згідно з однією з них, у безпосередній близькості від родовища споруджується установка комплексної підготовки газу, на якій проводиться очищення та осушення газу в абсорбційних колонах.

Нині основним видом транспорту газу є трубопровідний. Газ під тиском 75 і більше атмосфер прокачується трубами діаметром до 1420 мм. У міру просування газу трубопроводом він втрачає кінетичну енергію, долаючи сили тертя як між газом і стінкою труби, так і між шарами газу, яка розсіюється у вигляді тепла. Тому через певні проміжки необхідно споруджувати компресорні станції, де газ дотискається до 75 атм і охолоджується.

Також найчастіше газ транспортують у зрідженому при температурі мінус 160 градусів вигляді. При побудові технологічних систем зрідження газу контроль температури одна із обов'язкових умов.

Таким чином, температура газу є найбільш поширеним параметром, який необхідно з великою точністю контролювати у системах видобутку та транспортування газу.