

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Навчально-науковий інститут автоматики і електротехніки

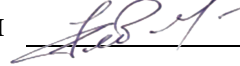
(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра програмованої електроніки, електротехніки і телекомунікацій

(повна назва кафедри)

«Допущений до захисту»

Завідувач кафедри



В. М. Рябенський

д.т.н., професор

« 16 » червня 2025 р.

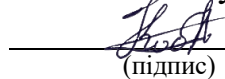
Кваліфікаційна робота

на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: **Розробка контрольно-облікової системи для газорозподільної станції.**

Виконав: студент 4397ст3 групи


(підпис)

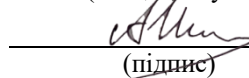
А.В.Кобець

Керівник роботи:

професор каф. ПЕЕТ, к.т.н., доцент,

професор НУК

(посада, науковий ступінь, вчене звання)


(підпис)

О. К. Жук

м. Миколаїв –2025року

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Навчально-науковий інститут автоматики та електротехніки

Кафедра	програмованої електроніки, електротехніки і телекомунікацій
Спеціальність	172 «Телекомунікації та радіотехніка»
Освітня програма	Телекомунікації

«ЗАТВЕРДЖУЮ» Гарант
освітньої програми

 О.К.Жук
(підпис)

« 14 » квітня 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр» (освітньо-кваліфікаційний рівень)

Студенту Кобецю Андрію Вікторовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка контрольно-облікової системи для газорозподільної станції.

керівник роботи Жук Олександр Кирилович, професор каф. ПЕЕЕ, к.т.н., доцент, професор НУК
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ректора № УЧ-343 від «23» квітня 2025 року.

2. Термін подання роботи: 10 червня 2025р.

3. Вихідні дані по роботі: Мікроконтролер PIC; мікроконтролер ATME1;
вибухозахищені обчислювачі «ФЛОУТЕК»; газорозподільна станція,
звужуючий пристрій, радіомодеми

4. Перелік питань, що належать до розробки (найменування розділів)

1. Загальна характеристика об'єкту проектування.

2. Технічне завдання на проектування мікроконтролерної КОС для ГРС.

3. Розробка концепції КОС для ГРС.

4. Розробка схеми мікроконтролерної КОС для ГРС.

5. Розробка алгоритму функціонування та програмного забезпечення ПК у складі КОС для ГРС.

6. Охорона праці

5. Перелік презентаційних матеріалів

Актуальність теми, мета і завдання БКР, функціональні схеми сучасних КОС,
функціональна схема проектованої КОС, математичний апарат КОС для ГРС,

форма потоку газу та вимірювальна діафрагма, схема електрична принципова контролера збору та обробки інформації, блок-схема алгоритму роботи КОС, блок-схема алгоритму роботи МК модуля, друкована плата МК модуля, технологічний процес виготовлення друкованих плат.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
6.	Тубальцев А.М., доцент кафедри екології		

7. Дата видачі завдання « 24 » квітня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	<u>Загальна характеристика об'єкту проектування.</u>	01.03.2025р.	виконано
2	<u>Технічне завдання на проектування мікроконтролерної КОС для ГРС.</u>	15.03.2025р.	виконано
3	<u>Розробка концепції КОС для ГРС.</u>	01.04.2025р.	виконано
4	<u>Розробка схеми мікроконтролерної КОС для ГРС.</u>	20.04.2025р.	виконано
5	<u>Розробка алгоритму функціонування та програмного забезпечення ПК у складі КОС для ГРС.</u>	20.05.2025р.	виконано
6	<u>6. Охорона праці</u>	10.06.2025р.	виконано

Студент


(підпис)

А.В.Кобець

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

О. К. Жук

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

У кваліфікаційній роботі виконано аналіз літературних джерел за тематикою «Розробка контрольно-облікової системи (КОС) для газорозподільної станції».

Розглянуто принципи роботи основних елементів та зразків КОС. Запропоновано математичний апарат для обробки інформації, отриманої від первинних датчиків.

Розроблено апаратуру зв'язку вимірювальних елементів з мікроконтролером, відображення результатів розрахунків показників природного газу. Запропоновано схеми мікроконтролерних блоків КОС, виконано їх розрахунок.

Розглянуто питання забезпечення охорони праці.

Ключові слова: вимірювальний перетворювач багатопараметричний; манометр; витратомір; лічильник; звужуючий пристрій; діафрагма; сопло; газопровід; математична модель.

ABSTRACT

The qualification work analyzed literary sources on the topic "Development of a control and accounting system (CMS) for a gas distribution station".

The principles of operation of the main elements and samples of the CMS are considered. A mathematical apparatus for processing information received from primary sensors is proposed.

The equipment for connecting measuring elements with a microcontroller is developed, displaying the results of calculations of natural gas indicators. Schemes of microcontroller blocks of the CMS are proposed, their calculation is performed.

The issue of ensuring labor protection is considered.

Keywords: multi-parameter measuring transducer; pressure gauge; flow meter; meter; narrowing device; diaphragm; nozzle; gas pipeline; mathematical model.

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень.....	8
Вступ.....	9
Розділ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ’ЄКТУ ПРОЄКТУВАННЯ.....	11
1.1. Аналітичний огляд літератури і патентної інформації за темою дипломного проекту.....	11
1.1.1. Норми та вимоги до засобів обліку газу та їх класифікація.....	11
1.1.2. Фізичні основи функціонування витратомірів зі звужуйчими пристроями, як основних елементів систем обліку і контролю газу.....	17
1.1.3. Порівняльний аналіз систем і методів автоматизації обліку газу.....	26
1.1.4. Структура і склад підрозділів комплексів обліку газу.....	30
1.1.5. Організація роботи складових частин Комплексів.....	38
1.2. Норми та вимоги до аналогів елементів системи.....	40
1.3. Напрямки розвитку систем автоматизованного обліку витрачання газу.....	42
Розділ 2. РОЗРОБКА ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ НА ПРОЄКТУВАННЯ КОНТРОЛЬНО-ОБЛІКОВОЇ СИСТЕМИ У СКЛАДІ ГАЗОРОЗПОДІЛЬНОЇ СТАНЦІЇ.....	45
2.1. Найменування і область застосування	45
2.2. Призначення розробки, технічні вимоги	45
2.3. Техніко – економічні показники	48
2.4. Порядок контролю	49
2.5. Упаковка і консервація технічних засобів	49

Розділ 3. РОЗРОБКА КОНЦЕПЦІЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ МІКРОКОНТРОЛЕРНОЇ СИСТЕМИ ОБЛІКУ ТА КОНТРОЛЮ ГАЗУ.....	53
3.1. Функціональна схема системи обліку та контролю газу.....	53
3.1.2. Програмне забезпечення багатопараметричного перетворювача.....	56
3.1.3. Модуль електроніки багатопараметричного перетворювача....	56
3.1.4. Складові частини перетворювача багатопараметричного перетворювача.....	57
3.2. Розробка алгоритму функціонування системи обліку та контролю газу.....	59
3.3. Обґрунтування та визначення вимог до характеристик електронних вузлів системи обліку та контролю газу.....	61
3.4. Математичні моделі блоків автоматизованої системи обліку і контролю газу.....	63
Розділ 4. РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ СХЕМИ СИСТЕМИ ОБЛІКУ ТА КОНТРОЛЮ ГАЗУ.....	73
4.1. Контролер збору і обробки інформації.....	73
4.1.1. Технічні характеристики контролера.....	74
4.1.2. Склад і функціонування модуля. Канали зв'язку з інтерфейсами.....	75
4.2. Опис технологічного процесу виготовлення друкованої плати.....	88
4.3. Канали зв'язку з інтерфейсами.....	92
4.3.1. Радіомодем.....	92
4.3.2. Послідовний інтерфейс RS-485C.....	94
4.3.3. Послідовний інтерфейс RS-232C.....	98
Розділ 5. АЛГОРИТМ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПК У СКЛАДІ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ОБЛІКУ ТА КОНТРОЛЮ ГАЗУ.....	103
5.1. Розробка програмного забезпечення ПК.....	103

5.2. Розробка програмного забезпечення ПК.....	107
Розділ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	115
6.1. Аналіз шкідливих і небезпечних факторів, які впливають на людину при роботі за комп'ютером.....	115
6.2. Розрахунок освітлення робочого приміщення.....	118
6.3. Заходи щодо дотримання правил безпеки.....	120
6.4. Вимоги до безпеки праці під час експлуатації, обслуговування та ремонту ПК.....	124
Висновки.....	126
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	127

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,
СКОРОЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ**

КОС ГРС – контрольно-облікова система газорозподільної станції;

ПБ – перетворювач багатопараметричний;

АК - акумулятор;

ДЖ – джерело живлення;

ВТП – вимірювальний трубопровід;

ГВП – газовимірювальний пункт;

ПК – персональний комп'ютер.

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Скорочення	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

ВСТУП

Кваліфікаційну роботу присвячено актуальній темі «Розробка контрольно-облікової системи для газорозподільної станції».

Актуальність теми обумовлена необхідністю зменшення витрат на виробництво, підвищення ефективності і надійності таких систем.

Об'єктом дослідження в роботі є комп'ютеризована електронна система, призначена для збору та обробки кількості та показників природного газу, що транспортується по газопроводу.

Метою роботи є удосконалення апаратних та програмних засобів мікроконтролерних систем обліку і контролю характеристик газу.

Для досягнення поставленої мети вирішені наступні задачі:

виконано аналітичний огляд літературних джерел за темою кваліфікаційної роботи,

на основі аналізу запропоновано функціональну схему проектованої системи,

розроблено технічне завдання та умови на її проектування,

розроблено принципові схеми елементів системи, запропоновано та розраховано їх математичні моделі.

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Вступ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р1			
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата				
Розробник		Кобець А.В.			Загальна характеристика об'єкту проектування	Літ.	Арк.	Аркушів
Консультант								10
Н. контр.		Добрінова Л. П.				НУК імені адмірала Макарова		
Керівник		Жук О. К.						
Зав. каф.		Рябенський В. М.						

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ПРОЄКТУВАННЯ

1.1. Аналітичний огляд літератури і патентної інформації за темою дипломного проекту

1.1.1. Норми та вимоги до засобів обліку газу та їх класифікація

Газ є основним видом палива у побуті. Весь здобутий газ та вжитий потрібно контролювати. При цьому, облік повинен бути таким, щоб різниця між об'ємом здобутого і використаного газу була мінімальна. Цією різницею є втрати та необлікований газ, вона повинна складати не більше 1-2%. Робота працівників газового господарства складається у зниженні зазначених втрат.

Актуальним питанням вдосконалення систем обліку газу є зменшення втрат тиску і часу вимірювань.

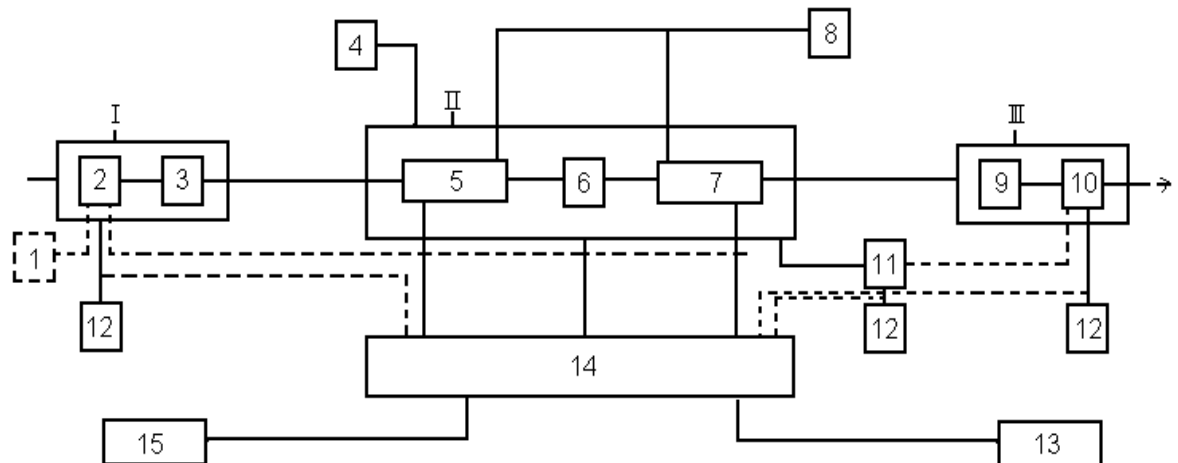
При визначенні об'єму наданого та вжитого газу потрібно знати його хімічний склад та теплоту згорання.

Пункти обліку газу

Пункти обліку газу як правило обладнані пристроями для вимірювання фізико-хімічних параметрів та витрат потоку газу, який тече по трубопроводах. Їх встановлюють в місцях передачі газу з промислу в магістральні газопроводи, на установках комплексної підготовки газу (УКПГ), на підземних сховищах газу (ПСГ), на великих контрольно-розподільних пунктах (КРП) і обов'язково на усіх газорозподільних станціях (ГРС) при наданні газу з магістральних газопроводів у міські та районні систем и газопостачання [1]. Об'єм втрат та необлікованого газу для магістральних газопроводів рахується як різниця показників пристроїв обліку газу на УКПГ та ГРС.

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р1	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

Для обліку наданої кількості газу, як правило, використовують метод змінного перепаду тиску за допомогою звужуючих пристроїв (діафрагм) і диференціальних манометрів [1].



На рисунку 1.1. позначені такі блоки:

1- пристрій для видалення конденсату;

2,10 - вхідна та вихідна колекторні системи;

3,9 - вхідні та вихідні місцеві опіри;

4,8- пристрої для продувки вхідних ділянок та вимірюючих ліній;

5,7 - вхідна і вихідна ділянки стабілізації потоку;

6 - нормалізований звужуючий пристрій;

12-15 - засоби дистанційної передачі вимірювань, контролю, неперервного вимірювання та реєстрації фізико-хімічних параметрів газового потоку, обчислювальної техніки.

При витратах газу до $1000 \text{ м}^3/\text{г}$ його облік здійснюється за допомогою ротаційних лічильників. При великих витратах газу використовують дифманометри.

Система вимірювання витрати газу має забезпечувати облік на усіх об'єктах газопостачання, і повинна бути централізованою. Якщо необхідно

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р1	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

вести облік газу по цехах, встановлюються додаткові лічильники. На одному газопроводі краще встановлювати паралельно не більше двох газових лічильників. При обліку газу, необхідно знати, що вимірювання за допомогою лічильників кількості газу не відповідає відповідним умовам, так як цим умовам не відповідає тиск та температура.

Тому в отриманні дані необхідно додавати відповідні поправки. Приміщення, у яких розташовані пристрої для вимірювання параметрів газу є вибухонебезпечними, тому встановлені пристрої повинні мати необхідний ступень захисту[1].

Подача газу по магістральним газопроводам відносно рівномірна взимку та влітку, але в місто споживачам надходить дуже не рівномірно. Взимку витрачання газу досягає максимуму, а влітку зменшується у декілька разів.

Добові коливання витрачання газу в першу чергу залежать від зовнішньої температури повітря, а також від характеру отримувача. По магістральним газопроводам газ подається відносно в повному обсязі, а його витрати влітку зменшується, тому частина газу з газопроводу надходить в підземні сховища, а потім відбирається споживачами у час найбільшого вживання газу. Нерівномірне споживання газу міськими споживачами примушує організувати два паралельних вузла обліку, один працює взимку на великі витрачання, а інший влітку на більш малі витрачання.

Одиниці вимірювання витрачання і кількості газу

При вимірюваннях, пов'язаних з обліком газу, потрібно розраховувати його об'єм і витрачання. Витрачання - це кількість речовини, яка тече через заданий переріз в одиницю часу. Кількість природного газу вимірюється в одиницях об'єму в кубічних метрах, а витрачання в одиницях маси чи об'єму в одиницю часу. У першому випадку витрачання є масовим, а у другому об'ємним. Найбільш часто при вимірюванні витрачання газу за одиницю часу приймають 1 годину.

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р1	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

Витрачання характеризує потужність системи, а також пропускну здатність окремих газопроводів. На практиці важливо знати не тільки витрати газу (наданого та спожитого), але і кількість наданого за окремий період часу. Це необхідно для обліку між постачальниками та споживачами.

Порахувати кількість газу в одиницях об'єму можливо лише знаючи його тиск та температуру, так як ці параметри впливають на густину газу.

В зв'язку з цим, результати вимірювання витрачання кількості газу в одиницях об'єму призводить до одних і тих же нормальних умов- температура 20 градусів С і тиску 760 мм рт.ст., чи 101 325 Па. Для приведення об'ємної витрати газу до інших стандартних фізичних умов[4] необхідно ввести поправочні коефіцієнти.

Таблиця 1.1 – Коефіцієнти перерахунку для найбільш розповсюджених стандартних фізичних умов

Умови приведення об'ємного витрачання газу	Фізичні умови				
	0°C, 760 мм.рт.ст	15°C, 760 мм.рт.ст	20°C, 760 мм.рт.ст	15°C, 1 бар	20°C, 1 бар
0°C, 760 мм.рт.ст	1,0	1.0549	1,0732	1,0688	1,0874
15; 760	0,9479	1,0	1,0174	1,0132	1,0308
20; 760	0,9318	0,9829	1,00	0,9959	1,0132
15; 1 бар	0,9355	0,9869	0,0041	1,0	1,0041
20; 1 бар	0,9196	0,9700	0,9869	0,9829	1,0

Так, для переходу від стандартних умов(20 градусів С і тиску 760 мм рт.ст.,) до інших, наприклад 0° С і тиску 760 мм рт.ст.,-коефіцієнт перерахунку

$$K_{Tc}=T_c/293,15; \quad (1.1)$$

$$K_{Tc} = 273,15/293,15=0,9318.$$

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р1	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Приведення виміряного об'єму газу до нормальних умов

$$Q_{ном} = Q \frac{T_{ном}(p + p_0)}{Tp_{ном}K}, \quad (1.2)$$

де $Q_{ном}$ - об'єму газу при нормальних умовах (при $T_{ном}=293,2$ К та $p_{ном}=101\,325$);

Q - об'єм газу при робочих умовах (береться за показниками лічильника); p - середній робочий надмірний тиск газу; p_0 - середній барометричний тиск повітря; T - середня робоча температура газу; K - коефіцієнт стискання газу.

Обчислення середніх робочих тисків і температур здійснюється по записам самопишучих пристроїв, а при їх відсутності – по записам манометра і термометра через кожні 2 години, а середні значення повинні обчислюватися кожної доби.

Класифікація пристроїв для вимірювання витрачання і кількості газу

Пристроєм, який вимірює витрачання речовини є витратомір. В цих пристроях чутливі елементи, неперервно взаємодіють з потоком газу, перетворюючи один з його параметрів у величину, яка пропорційна поточним витратам [2,4,7]. Кількість речовини, яка тече по трубопроводу, вимірюється різницею двох послідовних показників пристрою в початку та кінці призовольно взятого відрізка часу. Пристрої, що вимірюють кількість речовини називаються лічильниками, пристрої, що вимірюють одночасно витрати і кількість, - витратоміри з лічильниками.

Витратоміри і лічильники розподіляються на такі системи [6]:

1. Змінного перепаду тиску;
2. Постійного перепаду тиску;
3. Тахометричні;

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р1	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

4. Силові;
5. Віхриві;
6. Теплові;
7. Ультрозвукові;
8. Міточні;
9. Концентраційні.

На основі показників пристроїв проводять облік за наданий і спожитий газ. Тому пристрої обліку газу повинні мати високу точність показників, бути надійними. Бажано, щоб пристрої показували справжнє витрачання газу, без введення поправок. Витрачання газоспоживаючих пристроїв коливається у широких межах, тому і пристрої обліку газу повинні випускатися у дуже широких межах вимірювань: від 3 м³/г для квартир, і декілька тисяч кубічних метрів у годину для комунальних споживачів і промислових підприємств, і декілька мільйонів кубічних метрів у годину для магістральних газопроводів.

Пристрої, які використовуються у лабораторіях, повинні вимірювати газ у долях кубічних метрів. У газовому господарстві прибором обліку газу є камерні лічильники. У магістральних газопроводах використовують діафрагми або турбінні лічильники.

Роботу газових лічильників характеризують такі параметри:

1. Пропускна спроможність(номінальна, гранична, мінімальна);
2. Поріг чутливості;
3. Робочий тиск;
4. Втрата тиску;
5. Похибка;
6. Ціна ділення;
7. Маса лічильника.

Номінальною пропускною спроможністю лічильника є об'ємна витрата газу, що проходить через нього і при збереженні встановлених втратах тиску і точності вимірювання.

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р1	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Максимальною пропускною спроможністю лічильника є найбільша витрата газу, при якій похибка пристрою не вище встановленої норми і в його робочих органах не виникає небезпечних напружень, мінімальна – найменша кількість пропускаемого газу, при якій похибка вимірювань не більше встановленої межі.

Порігом чутливості газового лічильника є найменше витрачання газу, при якому починається робота лічильних і реєструючих органів пристрою. Він повинен бути мінімальним, щоб лічильник видавав показання при мінімальному витрачанні.

Середня втрата тиску це різниця тисків газу перед лічильником та за ним при нормальному витрачанні газу, вона повинна бути мінімальною.

Похибка лічильника є різниця між дійсно витраченим газом та вимірним. Розрізняють абсолютну і відносну похибку. Абсолютна похибка вимірюється в одиницях об'єму, а відносна рахується як відношення абсолютної похибки до дійсно витраченою кількості газу.

Ціна ділення лічильника - це значення найменшої поділки показника частини, виражене в одиницях об'єму.

Маса лічильника вимірюється в кілограмах, визначає складність монтажу і має особливе значення для побутових лічильників.

1.1.2. Фізичні основи функціонування витратомірів зі звужувачими пристроями, як основних елементів систем обліку і контролю газу

Витратоміри зі звужувачими пристроями належать до пристроїв змінного перепаду тиску. Принцип дії заснований на залежності від витрачання речовини перепаду тиску, утворене нерухомим пристроєм, встановленим у трубопроводі чи самим елементом трубопроводу. В залежності від пристрою і принципу дії первинного перетворювача витратоміри цього типу поділяються на такі системи: зі звужувачими

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р1	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

пристроями, з гідравлічним опором, відцентрові, з напірними пристроями, з напірними підсилювачами, струмові [6,7].

Найбільш часто використовують витратоміри зі звужуючими пристроями.

Для витратомірів цього типу властива квадратична залежність між витрачанням газу та перепадом тиску.

Витратоміри цього типу використовують для вимірювання витрачання однофазних та двофазних середовищ. Крім цього, їх можливо використовувати для вимірювання витрачання у трубах різного діаметру і практично при будь-якому тиску і температурі.

Подивимось ідеальну фізичну картину явищ, які лежать в основі метода вимірювання витрачання по перепаду тиску на звужуючому пристрої. На рис.2 показана форма потоку нестисливої рідини, яка проходить через діафрагму. Виділимо у трубопроводі два перерізи: 1-1 – перед звужуючим пристроєм, де потік ще не змінює своєї конфігурації, 2-2 – у місці найбільшого стискання потоку, на деякій відстані від зовнішнього торцю діафрагми.

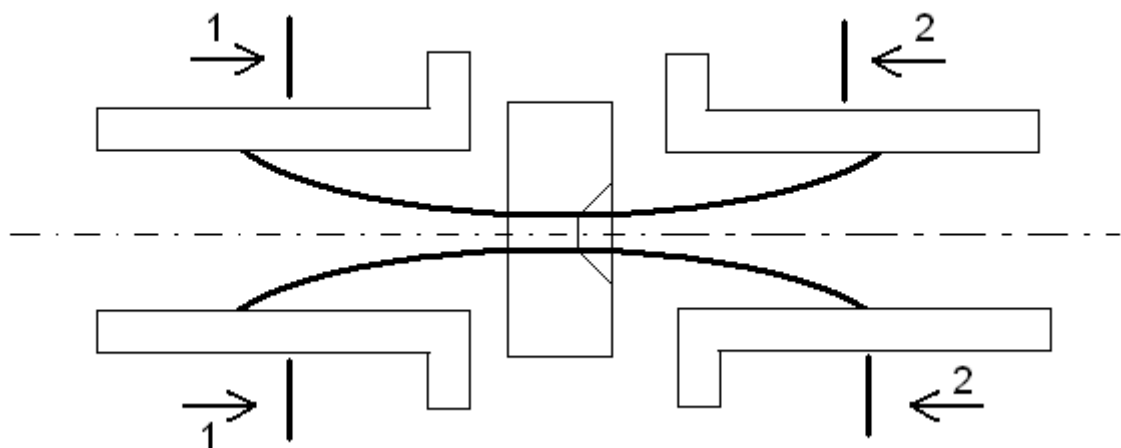


Рисунок 1.2 – Форма потоку, що проходить через діафрагму.

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р1	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Візьмемо F - як площу поперечного перерізу трубопроводу, м^2 ; F_0 - площа отвору діафрагми, м^2 ; $m = F_0/F$ - відносна площа звужуючого пристрою; F_1 - площа перерізу потоку у місці його найбільшого стискання, м^2 .

Для перерізів 1-1 та 2-2 горизонтально встановленого потоку нестисливої рідини щільністю ρ рівняння Бернуллі буде мати вид:

$$\frac{\rho v_{cp2}^2}{2} - \frac{\rho v_{cp1}^2}{2} = p_1 - p_2, \quad (1.3)$$

а рівняння нерозривності:

$$F v_{cp1} = F_1 v_{cp2} = \mu' F_0 v_{cp2}, \quad (1.4)$$

де $\mu' = F_1 / F_0$ - коефіцієнт стискання потоку, залежний від виду звужуючого пристрою. v_{cp1} та v_{cp2} - середні швидкості потоку у перерізах 1-1 та 2-2.

Вирішивши разом рівняння (1) та (2), отримаємо рівняння для середньої швидкості потоку у перерізі 1-2 :

$$v_{cp2} = \frac{1}{\sqrt{1 - (\mu')^2 m^2}} \sqrt{(2 / \rho)(p_1 - p_2)}. \quad (1.5)$$

Об'ємне витрачання можна відобразити через середню швидкість потоку :

$$Q = \mu' F_0 v_{cp2}. \quad (1.6)$$

Підставивши у рівняння (6) значення середньої швидкості v_{cp2} , визначене у формулі (5) знайдемо рівняння вимірювання витрачання ідеально нестисливої рідини в одиницях об'єму та маси:

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р1	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

$$Q = \frac{\mu'}{\sqrt{1 - (\mu')^2 m^2}} F_0 \sqrt{(2/\rho)(p_1 - p_2)}; \quad (1.7)$$

$$M = \frac{\mu'}{\sqrt{1 - (\mu')^2 m^2}} F_0 \sqrt{2\rho(p_1 - p_2)}. \quad (1.8)$$

При реальних вимірювальних середовищах виникають додаткові фізичні явища. З урахуванням цих обставин, а також не збіг місць

$$Q = a\varepsilon F_0 \sqrt{(2/\rho)(p_1 - p_2)}; \quad (1.9)$$

$$M = a\varepsilon F_0 \sqrt{2\rho(p_1 - p_2)}, \quad (1.10)$$

реального відбору тиску з базовими перерізами 1-1 та 2-2 для уточнення рівнянь витрачання правих частин формул (1.7) та (1.8) помножують на швидкісний коефіцієнт ξ , який характеризує розподілення швидкості по перерізу вихідного звужуючого пристрою потоку, та на коефіцієнт ε , який враховує зміну густини потоку газу чи пару при протіканні через звужуючий пристрій. Тоді рівняння витрачання має вид:

$$\text{де } a = \mu' \xi / [1 - (\mu')^2 m^2]^{1/2}.$$

Ці рівняння є загальними для усіх витратомірів змінного перепаду тиску та придатні для стисливого та нестисливого середовища. Для нестисливого середовища $\varepsilon = 1$. Коефіцієнт $a = 1$ (коефіцієнт витрачання, залежить від відносної площі звужуючого пристрою). З його допомогою враховують складні гідродинамічні явища, які відбуваються у потоку при зміні його конфігурації.

Приведені рівняння конфігурації справедливі, коли швидкість потоку у звужуючому пристрої залежить від різниці тисків $p_1 - p_2$.

Для вимірювання витрачання потоків по перепаду тиску необхідні такі умови:

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р1	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

1. Пристрій, утворюючий перепад тиску у потоці вимірного середовища за рахунок місцевого змінення швидкості потоку чи по значенню (звужуючі пристрої), чи по напрямку (зогнуті ділянки труби);
2. Вимірювальний пристрій - дифманометр, що вимірює перепад тиску;
3. З'єднуючий пристрій, що передає перепад тиску від потоку до дифманометру;
4. Пристрої для вимірювання параметрів потоку (тиск, температура, густина).

Основні типи звужуючих пристроїв

До основних типів звужуючих пристроїв відносять *діафрагми, сопла, сопла Вентурі та труби Вентурі*. Практично на усіх пунктах обліку газу як звужуючий пристрій використовують діафрагми, які встановлюються між фланцями трубопроводу чи в спеціалізованих камерах. Виготовлення та монтаж діафрагм не складний, ніж інших звужуючих пристроїв. Існує два основних метода відбору перепаду тиску на діафрагмах: кутовий і фланцевий [15]. На інших типах звужуючих пристроїв використовують тільки кутовий спосіб відбору.

Перепад тиску при цьому є найбільш поширеним, треба вимірювати через циліндричні отвори чи через дві кільцеві камери, кожна з котрих з'єднана з внутрішньою порожниною трубопроводу кільцевою щілиною.

Перепад тиску при фланцевому способі відбору слід вимірювати через окремі циліндричні одного діаметру, вісі яких знаходяться на рівних відстанях $L_1 = L_2 = 25,4$ мм від площі поверхні діафрагми. (рис.3)

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р1	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

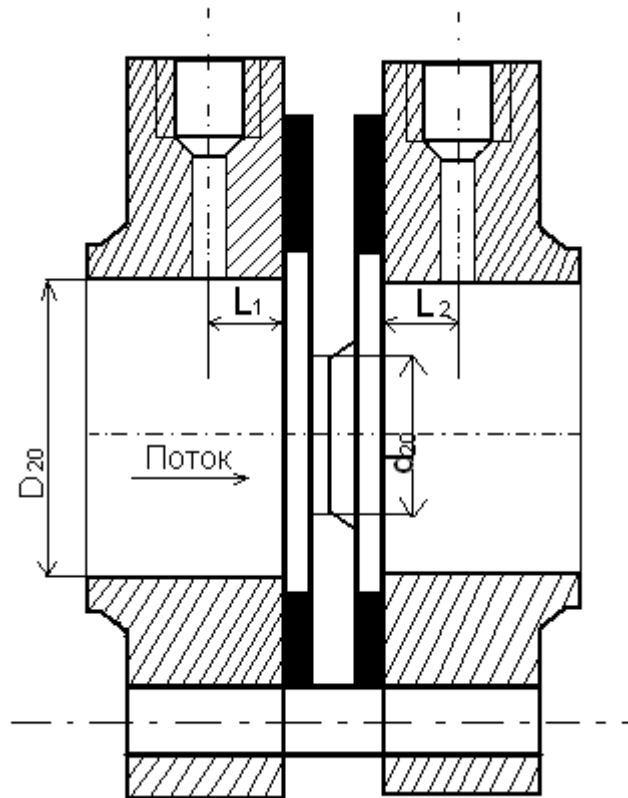


Рисунок 1.3 – Фланцевий спосіб відбору перепаду тиску для діафрагм.

Камера чи отвори для вимірювань перепаду тиску повинні виконувати певні вимоги. Внутрішня кромка отвору повинна бути закруглена по радіусу, який не більше 0,1 діаметру отвору. Вісь отвору повинна утворювати з віссю звужуючого пристрою кут 90^0 для камерних діафрагм. При використанні камер кількість отворів, з'єднуючих камеру з порожниною трубопроводу, повинна бути не більше чотирьох. Площа кожної щілини не менше 12 мм.

Розмір c - діаметр окремого отвору чи ширина кільцевої щілини, з'єднучі камеру з трубопроводом при $m < 0,45$ не повинен перевищувати $0,03D$, де D – внутрішній діаметр трубопроводу, а при $m > 0,45$ повинен знаходитися у межах $0,01D < c < 0,02D$.

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р1	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

Крім того, для чистого газу повинна виконуватися умова $1\text{мм} < c < 12\text{мм}$. Так зміщення вісі отвору звужуючого пристрою відносно вісі трубопроводу e_x не повинно перевищувати $0,0005D/(0,1+2,3m^2)$.

Дійсний діаметр циліндричної частини отвору звужуючого пристрою це середнє арифметичне вимірювань не менше ніж у чотирьох рівно відстоящих один від одного діаметральних напрямках. Результати окремих вимірювань не повинні відзначатися від середнього значення більш ніж на 0,05%. Вхідна кромка отвору діафрагми повинна бути гострою. Вона є гострою, якщо радіус її закруглення не перевищує $0,0004d$.

Площа діаметрального перерізу камери, визначена по одну сторону від вісі трубопроводу, повинна бути не менше 0,5 площі кільцевої щілини чи групи отворів, з'єднуючих камеру з внутрішньою порожниною трубопроводу. Товщина h стінки корпусу камери, чи довжина циліндричної частини окремого отвору повинна бути не менше $2c$. Товщина диску діафрагми E не повинна перевищувати $0,05D$. Довжина циліндричної частини відверстя діафрагми повинна знаходитися у межах $0,005D < E < 0,02D$. Кут скосу φ конічної частини отвору діафрагми повинен бути не менше 30° та не більш 45° .

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р1	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

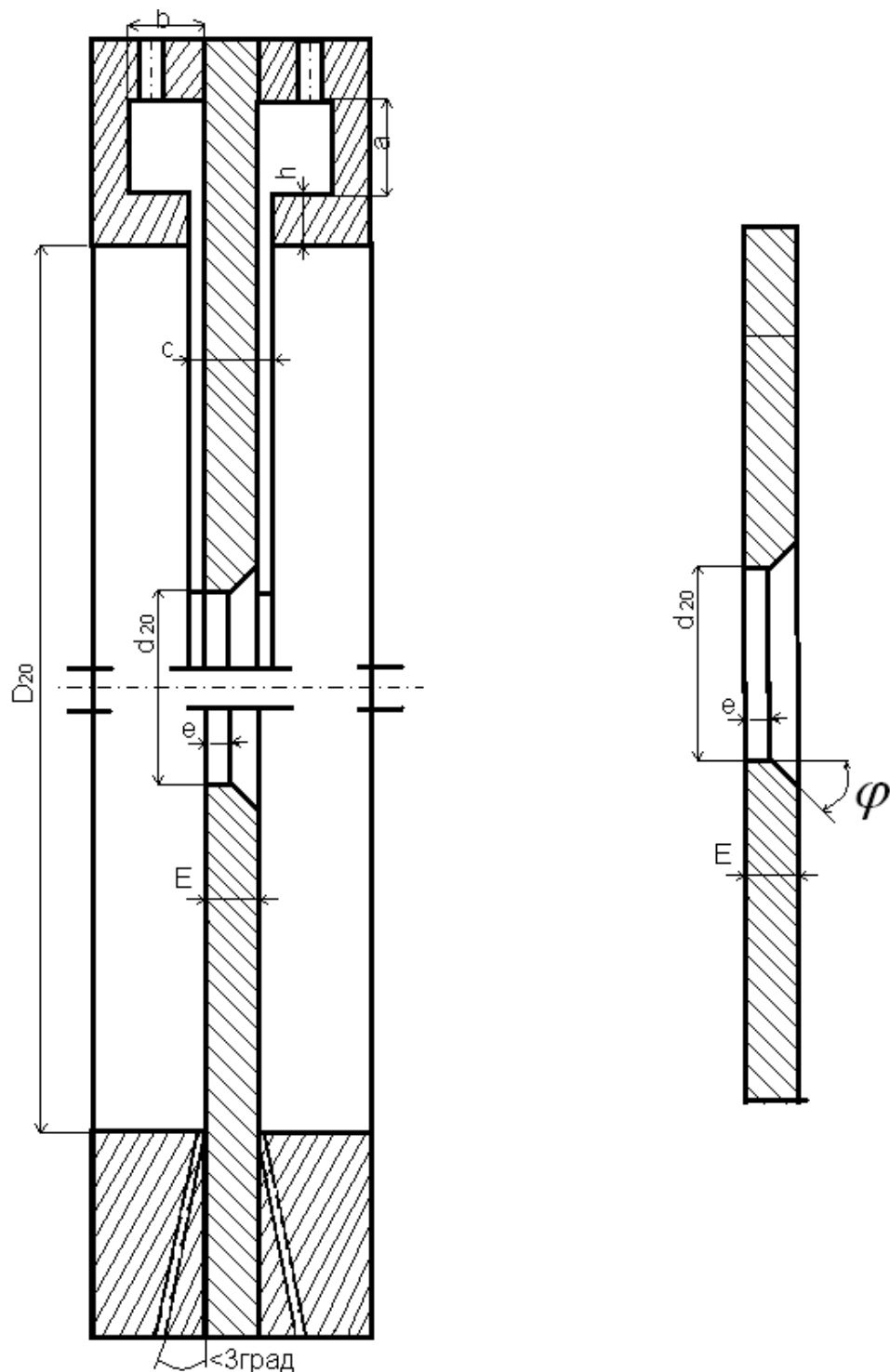


Рисунок 1.4. – Основні геометричні розміри стандартних діафрагм.

Як правило, камерні діафрагми встановлюються на трубопроводах діаметром менше 500 мм. Діафрагма, стиснута між фланцями, у яких виточуються камери для відбору тисків, використовують при високому тиску вимірним середовища (більш 10 МПа). При ще більш високому тиску використовують лінзові потовщення чи приварюють звужуючі пристрої. В

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р1	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

останньому випадку замість діафрагм використовують сопла, вони більш надійні.

Нормальне сопло

Нормальні сопла виконують у формі насадки, маючу вхідну збіжну частину, утворену дугами кола з радіусами $r_1=d/5$, $r_2=d/3$, що плавно переходять одна в одну. Перша дуга по дотичній сполучається з торцевою вхідною плоскістю сопла, а друга по дотичній переходить в циліндричну вихідну частину, довжина якої $0,3d$. Загальна довжина сопла $0,604d$. Вихідна кромка циліндричної частини отвору повинна бути гострою. Для її збереження від ушкоджень служить захисний кільцевий виступ.

Сопло встановлюють у трубопроводі по напрямку потоку. Повільний перехід від звуження до циліндричної форми знижує завихрення потоку і зменшує втрату тиску. Відбір тиску відбувається чи за допомогою камер і кільцевих щілин, чи через окремі отвори. Спосіб відбору тисків – тільки кутовий, у площі фланця сопла. Втрати тиску потоку у сопла нижчі, ніж у діафрагмі. Для встановлення сопла необхідна пряма ділянка трубопроводу меншої довжини, ніж при встановленні діафрагми. Головна вада сопла – кращий опір дії потоку, в зв'язку з цим коефіцієнт витрачання краще зберігається.

Сопло Вентурі

Складається з профільної вхідної частини, циліндричної середньої частини і вихідного конуса. Вхідна частина сопла до місця відбору меншого тиску має той же профіль, що і нормальне сопло. Довжина циліндричної частини складає $(0,5-0,7)d$. Кут вихідного конуса повинен бути менше 30° , але більше 5° . Більший тиск відбирають за допомогою як кільцевої камери, так і окремих свердлень.

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р1	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Труба Вентурі

Відмінно від сопла Вентурі має вхідний отвір конічної форми. Вона складається з вхідного конуса, циліндричної середньої частини та вихідного конуса. Перехід від переднього циліндру к вхідному конусу та від вхідного конусу к середньому циліндру виконується плавним, а від середнього циліндру до вихідного конуса- без закруглень. Характерною вадою труб Вентурі є постійний коефіцієнт істечіння C у великому діапазоні значень не тільки числа Рейнольдса, але і відносної площі m . Коефіцієнт C рахується за допомогою рівняння:

$$C = \alpha / \beta \sqrt{1 - m^2}, \quad (1.11)$$

де $\beta = 1 / \sqrt{1 - m^2}$ -коефіцієнт швидкості входу, враховуючий вплив початкової кінетичної енергії на коефіцієнт витрачання α . Коефіцієнт витікання C та коефіцієнт витрачання α залежать від характеру обробки вхідного конусу. Достоїнством труб Вентурі є мала втрата тиску та використання прямих ділянок меншої довжини ніж у інших звужуючих пристроїв.

1.1.3. Порівняльний аналіз систем і методів автоматизації обліку газу

Комплекси призначені для вимірювання параметрів природного газу (далі по тексті - "газ"), та обчислень, приведених до нормальним умов об'ємного витрачання і об'єму газу, проходячого по трубопроводу.

Один Комплекс забезпечує одночасне обслуговування до трьох трубопроводів.

Комплекси мають чотири варіанти виконання, вони відрізняються один

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р1	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

від одного методом вимірювання об'ємного витрачання газу і складом вимірних приладів. Комплекси призначені для експлуатації: у вибухонебезпечних зонах відкритих майданчиків і приміщень класів В-1а і В-1г (по ПУЭ), де можливо утворення вибухонебезпечних сумішей категорії НА та ІВ груп Т1 -Т3 відповідно ГОСТ 12.1.011-78. При температурі навколишнього повітря від мінус 40 до 60 °С та відносної вологості до 98%.

Комплекси - це види вимірної обладнання. Комплекси використовують для обліку газу, на газорозподільних станціях і компресорних станціях магістральних газопроводів, на промислових об'єктах і об'єктах комунального господарства.

Комплекси можливо використовувати у складі автоматизованих систем комерційного обліку газу.

Основні функції Комплексів

Конструкція Комплексів забезпечує можливість роботи у режимах:

1. вимірювання;
2. конфігурування;
3. занесення у пам'ять обчислювача об'ємного витрачання газу "ФЛОУТЕК" (далі по тексту - "обчислювач") параметри номінальної статичної характеристики перетворень за кожним виміряним показником.

У режимі вимірювань Комплекси забезпечують по кожному обслуговуваному трубопроводу вимірювання через рівні задані відрізки часу температури та абсолютного тиску газу, проходячого по трубопроводу.

1. Вимірювання через однакові задані проміжки часу перепадів тиску газу на звужуючому пристрої;
2. Вимірювання об'ємного витрачання газу по "Правилам вимірювання витрачання газів та рідини стандартними звужаючими пристроями. РД 50-213-80" (далі по тексту -"РД 50-213-80") ;
3. Вимірювання об'єму газу в робочих умовах як підрахунок кількості імпульсів, що надходять від лічильника;

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р1	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

4. Обчислення об'ємного витрачання газу і об'єму газу, приведенного до нормальних умов, з періодичністю, визначеною періодом циклу опитування вимірних перетворювачів;

5. Обчислення проводиться відповідно з РД 50-21.3-80 та методичними вказівками "Витрачання рідини та газів. Методика виконання вимірювань за допомогою спеціальних звужуючих пристроїв.-РД 50-411-83" (далі по тексту - "РД 50-411-83");

6. Обчислення об'єму газу та середніх значень температури, тиску газу за заданий оперативний інтервал часу та підсумовування інформації за добу. Можливість виводу на символно показуючий прилад (індикатор) обчислювань та листання результатів вимірювань та обчислень з вказівками номеру параметру або одиниць вимірювань фізичної величини.

Комплекси забезпечують можливість зберігання інформації у пам'яті обчислювача у вигляді записів які містять у собі:

значення об'єму газу і середніх значень температури, тиску, перепаду тисків газу за заданий оперативний інтервал часу та за кожен добу; дату та час (з дискретністю 1 с) початку та кінця періоду.

У режимі вимірювань Комплекси знаходять та фіксують у часі відхилення від нормальної роботи у тому числі несправності складових частин Комплексів та ліній зв'язку;

По кожному відхиленню Комплекси формують та зберігають у пам'яті обчислювача відповідне діагностичне повідомлення. Кількість зберігаємих діагностичних повідомлень може бути не більш 800.

По кожній зміні Комплекси формують та зберігають у пам'яті обчислювача повідомлення про втручання оператора, яке включає у себе номер трубопроводу, найменування параметра, його старе та нове значення, дату та час (з дискретністю 1 с) внесення змін. Кількість збережених повідомлень про втручання оператора може бути не більше 800.

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р1	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Конструкція Комплексів забезпечує можливість взаємодії оператора з комп'ютером, підключаємого до обчислювача по каналу зв'язку з послідовним інтерфейсом, на швидкостях 300; 600; 1200; 2400; 4800; 9600; 19200 та 38400 біт/с.

Конструкція Комплексів у режимі вимірювань забезпечує можливість обміну інформацією з ПК верхнього рівню по елефонному комутаторному каналу, виділеної двопровідної лінії, чотирипровідної лінії гучномовного зв'язку чи по радіоканалу.

Комплекси забезпечують у режимі конфігурування можливість вводу у пам'ять обчислювача інформацію, яка надалі не може змінюватися без вторинного конфігурування:

1. найменування підприємства, експлуатуючого Комплекс;
2. кількість одночасно обслуговуваних трубопроводів;
3. поточну дату ;
4. поточний час, після конфігурування допускається корекція тільки значень хвилин;
5. типи вимірних приладів по кожному трубопроводу;
6. коротких адрес вимірних перетворювачів з цифровими вихідними сигналами у складі Комплексу.

Комплекси забезпечують у режимах конфігурування та змін можливостей вводу у пам'ять обчислювача слідкуючої інформації, загальної для усіх трубопроводів:

1. адреса обчислювача;
2. пароля для зміни параметрів;
3. кода (пароля) доступу до даних пам'яті для читання інформації, сформованої Комплексом;
4. контрактного часу (часу контрактних діб), у діапазоні від 0 до 23г з дискретністю 1 г.;
5. дати та часу переходу на літній та зимовий час;

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р1	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

6. тривалість оперативного інтервалу часу, обираємого з ряду 1; 2; 3,4; 5; 6; 10; 2; 15; 20; 30 і 60 хвилин;
7. тривалість інтервалу індикації на показуючому пристрої обчислювача параметрів одного трубопроводу, у діапазоні від 0 до 255 хв з дискретністю 1 хв;
8. періода циклу опитування вимірюючих перетворювачів, обираємого з ряду 1; 2; 3; 4; 5 та 6с;

1.1.4. Структура і склад підрозділів комплексів обліку газу

Принцип дії Комплексів оснований на вимірюванні параметрів газу у трубопроводі з встановленим в ньому звуваючим пристроєм (діафрагмой) чи лічильником, газу та послідуочим обчисленням об'ємного витрачання та об'єму газу.

При використанні перетворювача вимірюючого багатопараметричного - збір та обробка сигналів, відповідаючих перепаду тиску, абсолютному тиску та температурі газу у трубопроводі, здійснюється перетворювачем.

Індикація вказаних параметрів здійснюється наступним образом:

1. Індивідуально для кожного параметра у режимі листання параметрів (з циклічністю 1 с) при натисканні кнопки "Перегляд даних", та у режимі оперативного перегляду обраного параметра при відпусканні кнопки "Перегляд даних ";
2. Одночасно перепаду тиску, тиску, температури та об'ємного витрачання; для одного трубопроводу, та при вказанні номера газопроводу і вказанні тривалості інтервала індикації на показуючому пристрої параметрів газу, у діапазоні від 1 до 255~хв (з дискретністю 1 хв).

Накоплену обчислювачем інформацію можна зчитувати по запиту цетральної ПЕОМ. Передача інформації здійснюється по послідовному інтерфейсу з використанням:

1. Модему при зв'язку з ПЕОМ по телефонному, комутуємому

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р1	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

каналу;

2. Адаптера при зв'язку з ПЕОМ по виділеній двохпровідній лінії, чотирьохпровідній лінії диспетчерського голосноговорячого зв'язку чи по радіоканалу.

При використанні, для вимірювання параметрів газу перетворювачів вимірюючих різниці тисків, тиску та температури з цифровими вихідними сигналами. Інформація, сформована перетворювачами, передається по двохпровідній лінії через вибухово - безпечний бар'єр БІ-3 у обчислювач.

При використанні для вимірювання параметрів газу перетворювачів різниці тисків, тиску і температури з цифровими та (чи) аналоговими вихідними сигналами, чи лічильника газу та перетворювачів вимірюючих тиски та температури з цифровими та (чи) аналоговими вихідними сигналами, збір та обробку вихідних сигналів перетворювачів та лічильника газу здійснює сам обчислювач. Передача накопленої обчислювачем інформації в переносний ПК, а також подачі питаючої напруги, у пристрій Комплексів здійснюється через іскробезпечний бар'єр БІ-2.

При вимірюванні об'єму газу за допомогою встановленого у трубопроводі лічильника газу, обчислювач розраховує об'єм газу у робочих умовах V по надходячим від лічильника газу низькочастотним імпульсам. Отримане значення об'ємного витрачання газу служить для забезпечення технологічного контролю за проходженням газу по трубопроводу та не може використовуватися для комерційного обліку газу.

Для встановлення обчислювача у вибухонебезпечній зоні вибухова захищеність обчислювача забезпечується видом захисту: "іскробезпечна електрична цеп" по ГОСТ 22782.5-78.

Електропостачання Комплексів здійснюється від джерела постачання (ДП), преобразуючого напругу сіті у стабілізовану напругу постійного струму. При зникненні напруги сіті у ДП здійснюється автоматичне переключення цепі постачання на резервне джерело постачання АКК.

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р1	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Режим роботи Комплексів - неперервний з періодичним зовнішнім оглядом технічних средств. Надійне функціонування Комплексів забезпечується взаємозв'язаною роботою технічних засобів, інформаційним, математичним, програмним та організаційним забезпеченням во взаємодії з експлуатаційним персоналом диспетчерського пункту обслуговування газопроводів.

Інформаційне забезпечення призначено для:

1. Встановлення складу та характеристик даних, циркулюючих у Комплексах;
2. Забезпечення дійсною інформацією обслуговуючий персонал;
3. Формування звітно - облікових документів;
4. Формування і передачі даних до центральної ПЕОМ.

Математичне забезпечення представляє собою сукупність алгоритмів, реалізуючих інформаційні та допоміжні функції Комплексів.

У склад алгоритмів, реалізуючих інформаційні функції, входять алгоритми збору та первинної обробки вхідних сигналів, обчислювальних задач, формування та виводу інформації. У склад алгоритмів, реалізуючих допоміжні функції, входять алгоритми тест - програм і автоматичної перевірки цілності вимірюючих та питаючих ціпей.

Програмне забезпечення складається з служебних та прикладних програм. Служебні програми призначені для організації роботи усіх пристрійів Комплексів при реалізації прикладних програм. Прикладні програми реалізують інформаційні і обчислювальні задачі Комплексів.

Структурні схеми Комплексів призначені для обслуговування одного трубопровода наведені у рис.1.5-1.7, а призначених для обслуговування максимального числа трубопроводів на рис.1.8-1.110.

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р1	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

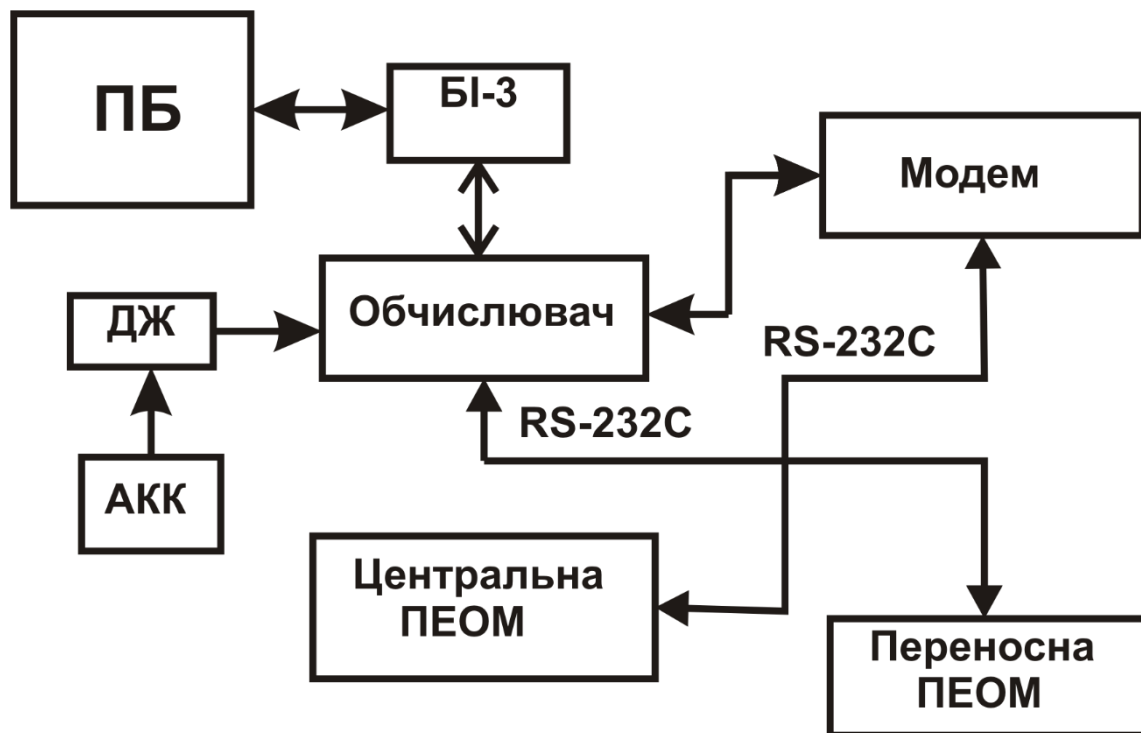


Рисунок 1.5 – Функціональна схема Комплексу у варіанті виконання 1
(з перетворювачем вимірюючим багатопараметричним) при
обслуговуванні одного трубопроводу.

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р1	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

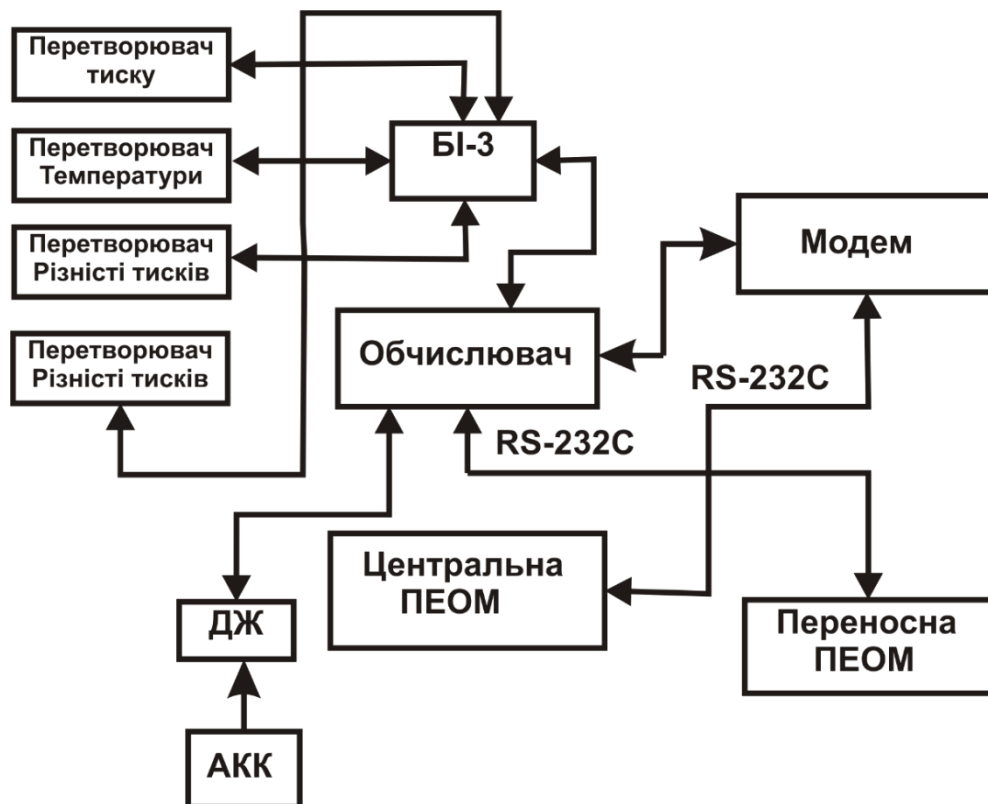


Рисунок 1.6 – Функціональна схема Комплексу у варіанті виконання 2 (з перетворювачами вимірювання тиску, температури, різниці тисків) при обслуговуванні одного трубопроводу.



Рисунок 1.7 – Функціональна схема Комплексу у варіанті виконання 3 (з лічильником газу) при обслуговуванні одного трубопроводу.

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р1	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

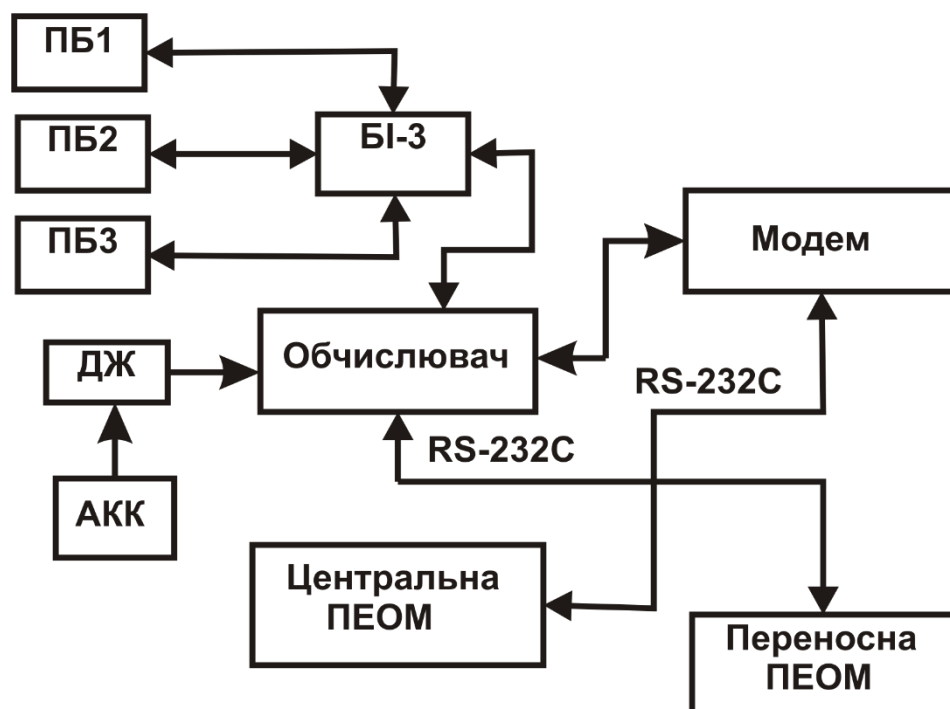


Рисунок 1.8 – Функціональна схема Комплексу у варіанті виконання 1 (з перетворювачем - вимірювачем багатопараметричним) при обслуговуванні трьох трубопроводів.

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р1	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

172.4397сТ3.БКР.ПЗ.Р1

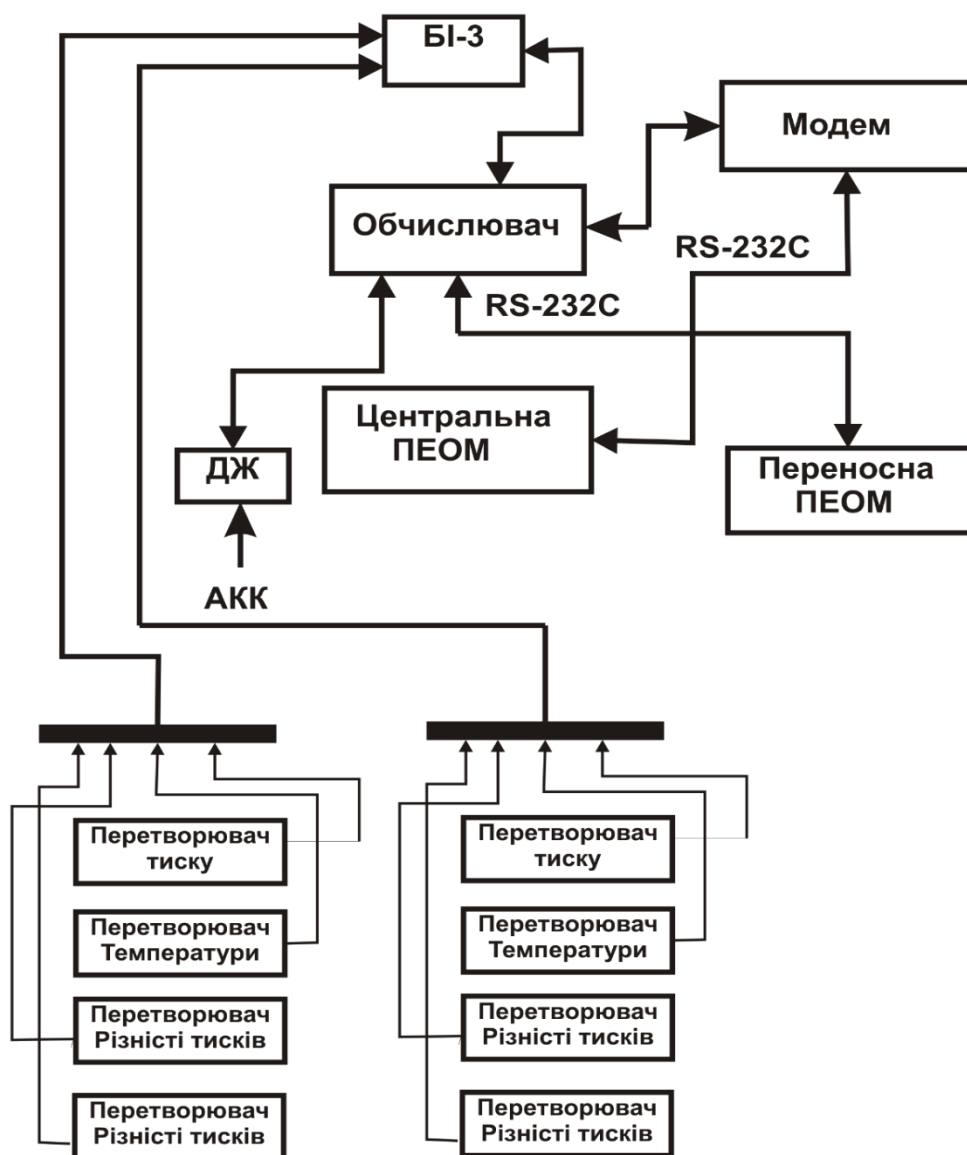


Рисунок 1.10 – Функціональна схема комплексу з (перетворювачами вимірюючими тиску, температури, різністі тисків) для обслуговування двох трубопроводів.

При використанні перетворювача вимірюючого багатопараметричного (рис.1.5, рис. 1.8) збір і обробка сигналів, відповідних перепаду тиску,

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р1	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

абсолютному тиску і температурі газу у трубопроводі, виконується перетворювачем.

Інформація сформована перетворювачем вимірюючим багатопараметричним, передається по двохрановідній лінії зв'язку на базі цифрового відкритого HART протоколу через іскробезпечний бар'єр БІ-3 у обчислювач.

По отриманій інформації обчислювач для кожного трубопроводу розраховує:

1. Текуче значення об'ємного витрачання газу;
2. Середні значення температури, абсолютного тиску і перепад тиску газу за заданий інтервал часу;
3. Значення об'єму газу, приведенного до нормальних умов, за кожний інтервал часу.

По заданим алгоритмам обчислювач формує і накоплює масив ретроспективної інформації по вимірюючим і обчислюєним параметрам, а також фіксує у часі і запам'ятовує усі нештатні ситуації.

1.1.5. Організація роботи складових частин Комплексів

Обчислювач об'ємного витрачання газу "ФЛОУТЕК" потрібен для обчислювання об'ємного витрачання та об'єму газу по формулам.

Корпус обчислювача – металічний з відкідною передньою кришкою, яка відкривається на 180 градусів. На кришці мається вікно, через яке можливо ознайомлюватися з інформацією, яка надається на показуючий пристрій. Нижче вікна розташована кнопка включення індикатора.

Підвод електричних кабелів до плати обчислювача виконані через кабельні вводи, розташовані у нижній торцевій частині корпусу.

До складу обчислювача входять такі блоки:

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р1	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

1. Блок управління, який має у своєму складі мікроЕОМ з управляючою програмою, енергонезалежний ОЗП для зберігання даних, обчислювально незалежний годинник - календар і електронний сторож;

2. Послідовний інтерфейс для зв'язку обчислювача з ПЕОМ чи з модемом для автоматичного прийому - передачі даних;

3. Модем, який забезпечує зв'язок обчислювача з інтелектуальними користувачами, працюючими по цифровому відкритому протоколу;

4. Аналогово - цифровий перетворювач, забезпечуючий вимірювання напруги перетворювачів різниці тисків, тиску і температури з аналоговими сигналами, а також вимірювання напруги живлення; блок лічильників імпульсів для прийому входних сигналів від двох лічильників газу;

5. Блок постачання, який має у своєму складі три формувача, рідкокристалічний індикатор з кнопкою для відображення інформації.

Електронна частина обчислювача виконана на сучасній елементній базі, що забезпечує мінімальне споживання електроенергії обчислювачем. Живлення обчислювача здійснюється від зовнішнього джерела.

Якщо обчислювач знаходиться у вибухово - небезпечній зоні, то джерело живлення підключається до обчислювача тільки через іскробезпечний бар'єр.

При відсутності живлення на платі обчислювача дані зберігаються при допомозі літєвої батареї, ємкість якої достатньо велика для того, щоб не міняти її за час служби обчислювача. Ця батарея забезпечує режим збереження 30 годин, без підключення основного живлення.

Перевірка виконання обчислювачем передачі даних по запиту ПК проводиться таким чином.

Підключити ПЕОМ верхнього рівня до комунікаційного порту обчислювача по черзі через:

1. Телефонний комутуємий канал;
2. Виділену двохпровідну лінію;
3. Чотирьохпровідну лінію диспетчерської гучномовного зв'язку;

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р1	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

4. Радіоканал.

Багатопараметричний вимірюючий перетворювач призначений для одночасного вимірювання абсолютного тиску, перепада тиску і температури газу у трубопроводі.

Сенсорний модуль виконує вимірювання та корекцію технологічних параметрів, а електронний модуль - обчислення об'ємного витрачання та вивід даних.

Сенсорний модуль включає у себе високоточний ємкісний перетворювач для вимірювання перепада тиску (СПД), високоточний п'єзоперетворювач для вимірювання абсолютного тиску (СД) та модуль для вимірювання чотирьохпровідного термоперетворювача опіру (ТДО) температури газу (ТМ). Мікропроцесор (МПС) служить для преобразування значень технологічних параметрів у цифровий вид для послідууючої корекції.

При встановленні на перетворювачі рідкокристалічного індикатора з'являється можливість контролювати по місцю встановлення перетворювача значення технологічних параметрів та обчислених величин, а також виводити діагностичні попередження.

1.2. Норми та вимоги до аналогів елементів системи

Стандарт встановлює методику виконання вимірювання витрачання і кількості газу за допомогою вимірюючих Комплексів, які складаються з таких частин- стандартних звужуючих пристрійів, вимірюючих трубопроводів, з прямими дільницями, розташованими між звужуючим пристрієм та місцевим опіром, вимірювань перепаду тиску на звужуючому пристрійі і параметрів стану середовища, обробки результатів вимірювань, ліній і допоміжних пристрійів. Стандарти розповсюджуються на вимірювання витрачання і кількості газу вимірюючими комплексами виготовленими по вимогам стандарту.

У цьому стандарті використані посилання на такі стандарти:

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р1	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

ГОСТ 8.207—76 ГСИ. Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки наблюдений. Основные положения.

ГОСТ 8.395—80 ГСИ. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования.

ГОСТ 8.508—84 ГСИ. Метрологические характеристики средств измерений и точностные характеристики средств автоматизации ГСП. Общие методы оценки и контроля.

ГОСТ 8.563.1—97 ГСИ. Измерение расхода и количества жидкостей и газов

методом переменного перепада давления. Диафрагмы, сопла ИСА 1932 и трубы Вентури, установленные в заполненных трубопроводах круглого сечения. Технические условия.

ГОСТ 2939—63 Газы. Условия для определения объема.

ГОСТ 3900—85 (СТ СЭВ 6754—85) Нефть и нефтепродукты.

Методы определения.

ГОСТ 10679—76 Газы углеводородные сжиженные.

Метод определения состава.

ГОСТ 14921—78 Газы углеводородные сжиженные. Методы отбора пробы.

ГОСТ 16263—70 ГСИ. Метрология. Термины и определения.

ГОСТ 17310—86 Газы. Пикнометрический метод определения.

ГОСТ 18917—82 (СТ СЭВ 2102—80) Газ горючий природный. Метод отбора проб.

ГОСТ 18995.1—73 (СТ СЭВ 1504—79) Продукты химические жидкие. Методы определения плотности.

ГОСТ 20060—83 (СТ СЭВ 3764—82) Газы горючие природные. Методы определения содержания водяных паров и точки росы влаги.

ГОСТ 23781—87 Газы горючие природные. Хроматографический метод определения компонентного состава.

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р1	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

ГОСТ 28656—90 Газы углеводородные сжиженные. Расчетный метод определения плотности и давления насыщенных паров.

ГОСТ 0319.0—96 Газ природный. Методы расчета физических свойств. Общие положения.

ГОСТ 30319.1—96 Газ природный. Методы расчета физических свойств. Определение физических свойств природного газа, его компонентов и продуктов его переработки.

ГОСТ 30319.2—96 Газ природный. Методы расчета физических свойств. Определение коэффициента сжимаемости.

ГОСТ 30319.3—96 Газ природный. Методы расчета физических свойств. Определение физических свойств по уравнению состояния.

ГСССД 6—78 Вода. Динамическая вязкость в диапазоне давлений 0...100 МПа и температур 0...800 °С.

ГСССД 98—86 Вода. Удельный объем и энтальпия при температурах 0...800 °С и 0,001...1000 МПа.

1.3. Напрямки розвитку систем автоматизованного обліку витрачання газу

У наш час все більш розповсюдженою системою обліку кількості газу та його параметрів стає система на базі ультразвукового витратоміра. Не дивлячись на те, що вони базуються на складних вимірюючих схемах і залежать від густини, тиску і концентрації середовища, крім того вартість таких систем значно привисує вартість вище вказаних, проте такі системи є швидкодіючими і в цих системах втрата тиску дуже низька та похибка значно менша. Принцип дії ультразвукових витратомірів базується на зміні залежній від витрачання акустичного ефекту, виникаючого при проходженні ультразвукових коливань, які утворюються електричним вібратором, через потік.

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р1	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Існують два різновиди ультразвукових витратомірів. Перші - засновані на переміщенні ультразвукових коливань рухоючимся середовищем, другі - на ефекті Доплера. Останні призначен перш за все для вимірювання місцевої швидкості потоку та для обстеження полів швидкостей. Основне ж використання для вимірювання витрачання газу мають перші. Їх перетворювачі витрачання складаються з однієї чи двох пар п'єзоелементів, які забезпечують проходження ультразвукових коливань як по, так і проти напрямку руху потоку. Завдяки зміщенню коливань рухомого середовища час проходження коливаннями деякої відстані по напрямку руху потоку менший, ніж проти напрямку потоку. Використовують декілька різних методів вимірювання різниці цих часів, в зв'язку з чим ультразвукові витратоміри поділяються на фазові, частотні та імпульсні. Фазові витратоміри вимірюють фазові зрушення ультразвукових коливань, прямуючих по потоку і проти нього. Частотні – різницю частот повтору коротких імпульсів чи пакетів ультразвукових коливань. Імпульсні періодично вимірюють різницю часу проходження дуже коротких імпульсів 0,1 – 0,2 мкс.

Висновки

У даному розділі було виконано аналітичний огляд літературних джерел за темою дипломного проекту, визначені норми та вимоги щодо проектованої КЕКОС для газорозподільної станції, визначено класифікацію пристроїв для обліку газу, їх параметри. Виконано аналіз існуючих систем, їх параметрів і методів обліку і контролю газу та їх принцип роботи. Розглянуто структуру і склад підрозділів комплексів обліку газу, організацію роботи складових частин, їх математичний апарат.

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р1	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р2			
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата				
Розробник		Кобець А.В.			Розробка технічного завдання на проектування контрольно-облікової системи у складі газорозподільної станції	Літ.	Арк.	Аркушів
Консультант							44	
Н. контр.		Добрінова Л. П.				НУК імені адмірала Макарова		
Керівник		Жук О. К.						
Зав. каф.		Рябенський В. М.						

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ НА ПРОЄКТУВАННЯ КОНТРОЛЬНО-ОБЛІКОВОЇ СИСТЕМИ У СКЛАДІ ГАЗОРОЗПОДІЛЬНОЇ СТАНЦІЇ

2.1. Найменування і область застосування КЕКОС

Розробка комп'ютеризованої електронної контрольно-облікової системи для газорозподільної станції виконується по технічному завданню (ТЗ), яке складається відповідно до стандарту ГОСТ 8.563.1. Відповідно цього стандарту, методика виконання вимірювання витрачання і кількості рідини і газів за допомогою КЕКОС, складається з таких вузлів:

1. Стандартний звужуючий пристрій(ЗП);
2. Вимірюючи трубопроводів(ВТ) з прямими ділянками, розташованими між ЗП і місцевим опором;
3. Засобів вимірювання перепаду тиску на ЗП і параметрів стану середовища;
4. Засобів обробка результатів вимірювань;
5. З'єднуючих ліній і допоміжних пристроїв;

Положення стандарту розповсюджується на вимірювання витрачання і кількості середовища вимірюючими комплексами виготовленими з вимогами даного стандарту. У цьому стандарті застосовано метод змінного перепаду тиску.

2.2. Призначення розробки, технічні вимоги

Проектуєма КЕКОС повинна виконувати облік і контроль газу, який тече по магістральним газопроводам. КЕКОС повинна вести облік за надійшовий та спожитий газ. Розрахунок повинен проводитися згідно з вимогами „Правила вимірювання витрачання газів і рідини стандартними звужуючими пристроями ” РД 50-213-80.

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р2	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

КЕКОС призначені для вимірювання параметрів природного газу і обчислення доведеного до нормальних умов об'ємного витрачання і об'єма газу, проходячого по ВТП. Одна КЕКОС забезпечує одночасне обслуговування до трьох трубопроводів. КЕКОС призначена для експлуатації у вибухово-небезпечних зонах відкритих промайдаників і приміщеннях класів В-1а та В-1г(по ПУЕ), де можливе утворення вибухово-небезпечних сумішей відповідно ГОСТ 12.1.011-78;

При температурі навколишнього повітря від мінус 40 до 60 °С і відносної вологості до 98% при температурі 35°С. КЕКОС застосовується для обліку газу, у тому числі комерційному, на ГВП газорозподільних станцій і компресорних станціях магістральних газопроводів, на промислових об'єктах і об'єктах комунального господарства.

КЕКОС забезпечує у режимах конфігурування і вимірювання можливість вводу у пам'ять контролера слідуючи інформацію, індивідуальну для кожного трубопроводу:

1. Умовне позначення (номера), що обслуговується ВТП;
2. Внутрішній діаметр трубопроводу, у діапазоні від 50 до 1000мм з дискретністю 0,01 мм;
3. Діаметр отвору стандартного звужуючого пристрою(діафрагми) у діапазоні від 12,5 до 800мм з дискретністю 0,01 мм;
4. Коефіцієнт лінійного теплового розширення матеріалів діафрагми і трубопроводу, у діапазоні від $0,099 \cdot 10^{-4}$ до $0,666 \cdot 10^{-4}$ з дискретністю $0,001 \cdot 10^{-4}$ мм;
5. Найменування методу вимірювання об'ємного витрачання газу(метод змінного перепаду тиску на звужуючому пристрої чи лічильник газу) ;
6. Шорсткість внутрішніх стінок трубопроводу, у діапазоні від 0,0015 до 0,01 мм з дискретністю 0,0001 мм;
7. Вид відбору перепаду тиску газу(фланцевий чи кутовий) ;

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р2	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

8. Значення перепаду тиску газу, з дискретністю 0,1 кгс/м²(0,001 кПа) при якому і нижче якого не відбудеться обчислення об'ємного витрачання і об'єму газу;

9. Значення максимально можливого перепаду тиску газу, з дискретністю 0,001кПа;

10. Платність газу при нормальних умовах , у діапазоні від 0,5500 до 1,1000 кгс/м³ з дискретністю 0,0001 кгс/м³;

11. Молярні долі азоту у газу, у діапазоні від 0 до 16% з дискретністю 0,001% ;

12. Молярні долі діоксиду вуглероду у газу, у діапазоні від 0 до 10% з дискретністю 0,001% ;

13. Атмосферний тиск у діапазоні від 630,0 до 800,0 мм рт.ст з дискретністю 0,001 кгс/см²;

Межа допустимої приведенної похибки при вимірюванні перепаду тиску і абсолютного тиску складає $\pm 0,25\%$ від верхньої межі вимірювання.

Допустима абсолютна похибка вимірювання температури знаходиться у межах $\pm 0,55^{\circ}\text{C}$;

Допустима відносна похибка контролера при індикації вимірянних і обчислених величин не повинна виходити за межі $\pm 0,02\%$;

Межи допускаємої приведенної похибки при вимірюванні перепаду тиску і абсолютного тиску складають, при використанні перетворювачів вимірних багатопараметричних з цифровими вихідними сигналами $\pm 0,25\%$ від верхньої межі вимірювання;

Межи допускаємої абсолютної похибки КЕКОС при вимірюванні температури газу складають при використанні перетворювачів вимірних багатопараметричних з цифровим вихідним сигналом $\pm 0,55^{\circ}\text{C}$.

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р2	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Межі допустимої відносної похибки КОС при вимірюванні об'ємного витрачання і об'єму газу ∂_k при вимірюванні тиску газу наведені у Таблиці 2.1, де

- $\gamma_{\Delta P}$ та $\mathcal{P}$ - межі допускаємої абсолютної похибки перетворювачів вимірюючих;
- Δ_t - межі допускаємої відносної похибки перетворювача, вимірюючого температури;
- ∂_k - межі допускаємої відносної похибки КОС при вимірюванні витрачання і об'єму газу.

2.3. Техніко – економічні показники

Експлуатація КЕКОС можлива при таких умовах:

- Температура навколишнього повітря від мінус 40 до 60°C;
- Відносна вологість до 98 %;
- Атмосферний тиск від 0,857 до 1,088 кгс/см²;
- Вплив синусоїдальних вібрацій частотою від 5 до 80 Гц при амплітуді зміщення до 0,075 мм та прискоренні 9,8 м/с²;
- Живлення КЕКОС виконується від сіті змінного струму напругою від 187 до 242 В частотою (50 ± 1) Гц;
- Степінь захисту корпусу контролера – IP55 по ГОСТ 14254-80;
- Перетворювачів вимірюючий багато параметричний має вибухобезпечний рівень захисту 1ExibIBT3 „X” і може застосовуватися у вибухонебезпечних зонах;
- Електричний опір заземляючого проводу, з'єднуючий корпус контролера з заземлювачем (контуром заземлення) не повинен перевищувати 0,1 Ом;

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р2	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

- При зникненні чи аварійному зниженні величини основного живлення напруги змінного струму КОС автоматично переходить на живлення від резервного джерела живлення. Це забезпечує зберігання виміряної інформації і нормальну роботу КОС на протязі 100ч.

- Основні характеристики джерела безперервного живлення: номінальна вихідна напруга – 12В, допустимий діапазон зміни вихідної напруги – від 11,3 до 13,8 В, мінімальна зарядна ємність – 16 А*ч, електричний струм при підзарядці – не більше 600 мА.

2.4. Порядок контролю

На кожному перетворювачі КЕКОС прикріплений шильдик з вказівками:

- Товарний знак та найменування підприємства, яким він був виготовлений;

- Маркування степені захисту корпусу;
- Маркування вибухозахищеності;
- Номер виробу;
- Рік випуску;

Маркування повинно зберігатися на протязі усього строку служби перетворювача;

Перетворювач повинен бути опломбовано підприємством-виробником таким чином, щоб виключити можливість порушення відкривання без порушення пломби

2.5. Упаковка і консервація технічних засобів

Упаковка і консервація технічних засобів КЕКОС повинна відповідати вимогам ГОСТ 9.014-78: Пристрої, які надходять по імпорту, упаковуються і консервуються відповідно правилам фірм-виробників.

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р2	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Контролер, джерело живлення, джерело безперервного живлення упаковуються у картонні коробки з волого – непроніцаємим папером чи іншим рівноцінним матеріалом.

Разом з усіма пристроями в транспортну тару кладеться (у поліетиленовому пакеті) експлуатаційна документація, яка входить у комплект поставки КЕКОС.

Упаковані вироби можна транспортувати у критих транспортних засобах всіма видами транспорту згідно з правилами перевозу вантажу, діючих на кожен вид транспорту. Загальні вимоги по транспортуванню виробів повинні відповідати ГОСТ 12997-84. Кліматичні умови повинні відповідати групі 5 (ОЖ4) для відкритих транспортних засобів, крім неопалюваних і негерметизованих відсіків літака по ГОСТ 15150-69.

Упаковані вироби можна зберігати у складських умовах, які забезпечують зберігання від механічного впливу, забруднення і дії агресивних середовищ. Умови зберігання виробів у частині впливу кліматичних факторів повинні відповідати групі 5(ОЖ4) по ГОСТ 15150-69. Транспортування і зберігання виробів, які надходять у важкодоступні райони, повинні проводитися по ГОСТ 15846-79. Зберігання виробів у транспортній тарі допускається не більше 6 місяців з дати виготовлення, в противному випадку вони повинні бути звільнені із транспортної тари. Розпакування технічних засобів у зимній час повинно проводитися у сухому приміщенні не раніше, ніж через 6 годин після внесення їх у приміщення. При розпакуванні необхідно бути острожним. Відкрив ящик провести огляд. Апаратура і вимірюючі перетворювачі не повинні мати дефектів.

Проектуєма КЕКОС повинна мати можливість легкої модернізації, як для рішення знову виникаючих задач, так і для підтримки інфраструктури у работоспроможному стані. У даному дипломному проекті КЕКОС обліку і контролю газу вже має три багато параметричних вимірюючих перетворювача, замість 12 незалежних датчиків вимірювання параметрів

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р2	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

температури, перепаду тиску і тиску, які використовувалися раніше. Тим самим зменшується кількість врізок у трубопроводі, що є достатньо важливо щодо собівартості усієї системи.

Необхідно розробити єдину комп'ютерну систему підприємства, яка б відповідала усім вказаним вимогам, була надійною і легкою у експлуатації.

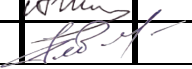
Таблиця 2.1 – Межі допускаємої відносної похибки КЕКОС при зміні об'ємного витрачання і об'єму газу

Найменування параметра	Діапазон зміни перепаду тиску газу								
	$(0,1 - 1) \times \Delta P_{\text{пр}}$			$(0,03 - 0,1) \times \Delta P_{\text{пр}}$		$(0,001 - 0,03) \times \Delta P_{\text{пр}}$		$(0,001 - 0,01) \times \Delta P_{\text{пр}}$	
$\gamma_{\Delta P}, \%$	$\pm 0,075$	$\pm 0,1$	$\pm 0,25$	$\pm 0,075$	$\pm 0,1$	$\pm 0,075$	$\pm 0,1$	$\pm 0,075$	$\pm 0,1$
$\gamma_P, \%$	$\pm 0,075$	$\pm 0,1$	$\pm 0,25$	$\pm 0,075$	$\pm 0,1$	$\pm 0,075$	$\pm 0,1$	$\pm 0,075$	$\pm 0,1$
$\Delta_t, ^\circ\text{C}$	$\pm 0,55$	$\pm 0,55$	$\pm 0,55$	$\pm 0,55$	$\pm 0,55$	$\pm 0,55$	$\pm 0,55$	$\pm 0,55$	$\pm 0,55$
$\partial_k, \%$	$\pm 0,30$	$\pm 0,35$	$\pm 0,50$	$\pm 0,50$	$\pm 0,55$	$\pm 0,8$	$\pm 0,85$	$\pm 0,85$	$\pm 0,9$

Висновки

У даному розділі було розроблене технічне завдання на проектування комп'ютеризованої електронної контрольно-облікової системи для обліку і контролю газу. Завдання було виконано згідно з ГОСТ 19.201-78. Згідно з цим документом технічне завдання має такі розділи: найменування і область застосування, підстави для розробки, призначення розробки, технічні вимоги, техніко – економічні показники, порядок контролю та прийоми.

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р2	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.РЗ			
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	Розробка концепції автоматизованої мікроконтролерної системи обліку та контролю газу	Літ.	Арк.	Аркушів
Розробник		Кобець А.В.						52
Консультант						НУК імені адмірала Макарова		
Н. контр.		Добрінова Л. П.						
Керівник		Жук О. К.						
Зав. каф.		Рябенський В. М.						

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА КОНЦЕПЦІЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ МІКРОКОНТРОЛЕРНОЇ СИСТЕМИ ОБЛІКУ ТА КОНТРОЛЮ ГАЗУ

3.1. Функціональна схема системи обліку та контролю газу

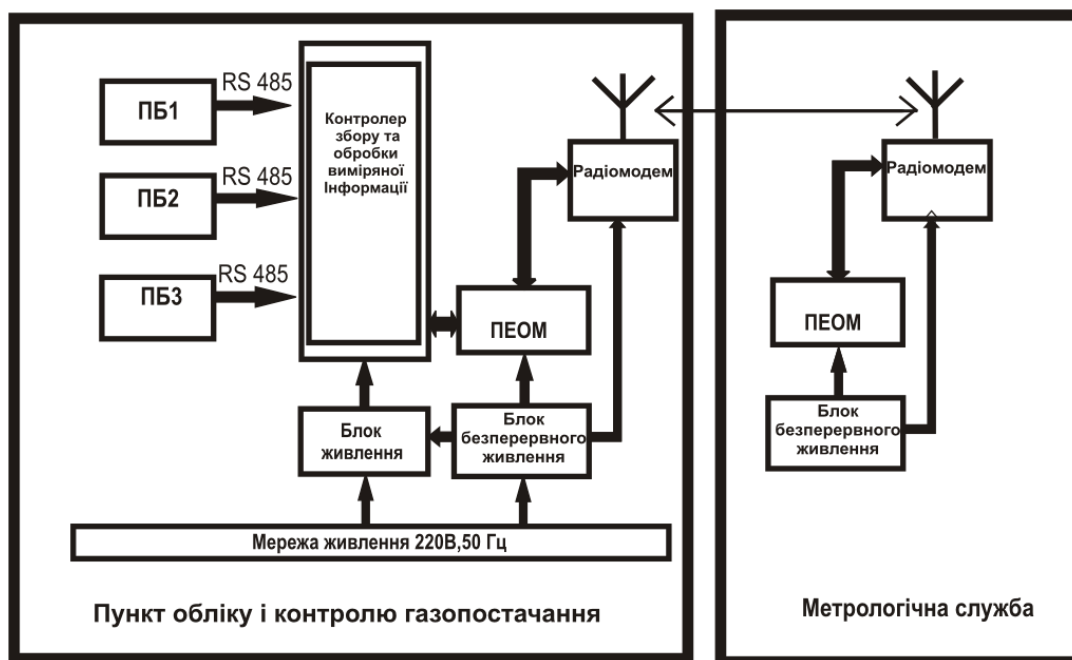


Рисунок 3.1. Функціональна схема КОС обліку і контролю газу

ПБ1- перетворювач багатопараметричний, встановлений у першому газопроводі;

ПБ2- перетворювач багатопараметричний, встановлений у другому газопроводі;

ПБ3- перетворювач багатопараметричний, встановлений у третьому газопроводі;

3.1.1. Обґрунтування вибору багатопараметричного перетворювача

У першому розділі даного дипломного проекту були розглянуті структурні схеми Комплексів у різних варіаціях виконання. На рисунках 1.5 і 1.8 для вимірювання таких параметрів як різниця тисків, тиск, температура використовується перетворювач вимірюючий багато параметричний, а на

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.РЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

рисунках 1.6,1.7,1.9 для вимірювання таких же параметрів використані перетворювач температури, перетворювач тиску, перетворювач різності тисків.

Схема наведена на рисунку 1.8 має найбільше переваг, ніж інші, тому що замість чотирьох пристроїв(перетворювач температури, перетворювач різності тисків-2, перетворювач тиску) використовується перетворювач вимірюючий багато параметричний, який поєднує у собі функції чотирьох пристроїв.

Перетворювач вимірюючий багато параметричний має такі

Можливості:

1. Вимірювання масового витрачання газів, рідини і пару;
2. Встроєний дисплей і суматор;
3. Вимірювання чотирьох параметрів одним датчиком;
4. Підтримка широкого набору первинних вимірюючих елементів і конфігурації врізок;

Переваги:

1. Дозволяє перейти від вимірювання об'ємного витрачання по перепаду тиску до масового витрачання для кращого керування процесами;
2. Менші витрати на обслуговування, легша установка і нижча вартість установки через зменшення числа точок врізки у трубопровод і меншої кількості обладнання;
3. Один пристрій використовується для широкого набору середовищ, первинних вимірюючих елементів, конфігурації врізок і діаметрів трубопроводів;

Для даного дипломного проекту був обран перетворювач вимірюючий багатопараметричний Multivariable™ 3095 MV™. Забезпечує ефективні по витратам вимірювання масового витрачання газів і рідини. Цей компактний пристрій точно вимірює перепад тиску, статичний тиск, і температуру процесу для динамічного розрахунку повністю компенсованого масового витрачання.

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.РЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

У той час, як традиційні датчики вимірюють один технологічний параметр, модель 3095 MV™ одночасно вимірює усі технологічні параметри, необхідні для обчислення скомпенсованого по тиску і температурі витрачання газу. Датчик видає сигнал 4-20 мА, який пропорційний масовому витрачання і може бути використан для цілі вимірювання і керування.

Модель 3095 MV™ також забезпечує ідеальний перехід від існуючих вимірювань некомпенсованого об'ємного витрачання по перепаду тиску до скомпенсованого потиску і температурі вимірювання масового витрачання. Це дає можливість економічно провести оптимізацію установок без зміни існуючих трубопроводів, і представляє інформацію у реальному часі для стабілізації масових і теплових потоків у технологічному вузлі.

Значення тиску і температури можливо також використовувати для моніторинга чи інших функцій керування без додаткових врізок у трубопровод. Модель 3095 MV забезпечує додаткову гнучкість вимірювань, яка відповідає потребам процесу. Усі умови використання датчиків тиску різні, гнучка конструкція моделі дозволяє використовувати широкий ряд первинних елементів і конфігурацій врізок.

Модель 3095 MV відрізняється гнучкість у відношенні обчислення щільності і в'язкості для широкого ряду технологічних рідин. Це дозволяє використовувати модель у різних промислових використаннях, тим самим знижуючи капіталовкладення і кількість потрібних запасних частин.

Модель 3095 MV має широкі можливості конфігурації і може бути швидко і легко сконфігурована для вимірювання великої кількості різних середовищ. Швидке поновлення даних і висока швидкість обчислення визначають високу точність вимірювань витрачання моделлю 3095 MV. Поновлення даних сенсора проходить 9 раз на секунду.

3.1.2. Програмне забезпечення багатопараметричного перетворювача

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.РЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

Програмне забезпечення Engineering Assistant моделі 3095 MV є програмним пакетом для ПК, який дозволяє на сучасному рівні виконати повне конфігурування моделі 3095 MV для розрахунку масового витрачання більшості процесів, і включає у себе встроєну базу даних фізичних властивостей.

Програма ЕА працює як інтерфейс первинної комунікації для моделі 3095 MV, і забезпечує функції конфігурування, обслуговування і діагностики.

Модель 3095 MV підтримує широкий набір первинних пристроїв, створюючих перепад тиску, по якому обчислюється коефіцієнт витрачання і стискаємості газу. Програма ЕА дозволяє використовувати більш ніж 25 первинних вимірюючих елементів: встроєну діафрагму моделі 1195, сенсори, фланцеві діафрагми, діафрагми з кутовим відбором, трубки Вентурі, сопла Вентурі, калібровні первинні пристрої, і посереднючі трубки.

Модель 3095 MV має два ступені захисту від несанкціонованих і випадкових змін конфігурації. На електронній платі змонтована перемикач захисту, установка якої захищає від зміни конфігурації витратоміра. Також забезпечено два рівня захисту доступу по пароллю.

3.1.3. Модуль електроніки багатопараметричного перетворювача

Основні функції модуля електроніки – це передача перемінних процесу у мікропроцесор, обчислює витрачання, і забезпечує цифровий вихід HART для комунікації. Для виконання цих задач існує одна плата електроніки, яка виконана по технології поверхневого електронного монтажу і включає у себе спеціально розроблені мікросхеми.

Модуль електроніки приймає від модуля сенсора три скорегованих перемінні процесу з цифрового виду у аналоговий сигнал 4-20мА, який можливо використати з традиційними пристроями.

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.РЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

3.1.4. Складові частини перетворювача багатопараметричного перетворювача

До складу перетворювача багато параметричного входять такі блоки:

1. Сенсорний модуль, який виконує вимірювання і корекцію технологічних параметрів;
2. Електронний модуль – обчислює об'ємне витрачання і вивод даних.

Сенсорний модуль складається з таких блоків:

1. Високоточний ємкісний перетворювач для вимірювання перепаду тиску (СПТ);
2. Високоточний п'єзоперетворювач для вимірювання абсолютного тиску (СТ) ;
3. Модуль для вимірювання температури газу (ТМ);
4. Мікропроцесор (МПС) служить для перетворення значень технологічних параметрів у цифровий формат для послідууючої корекції і компенсації у сенсорному модулі.

Обмін даними з користувачем проводиться по двох провідній лінії зв'язку на базі цифрового відкритого HART протоколу.

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.РЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

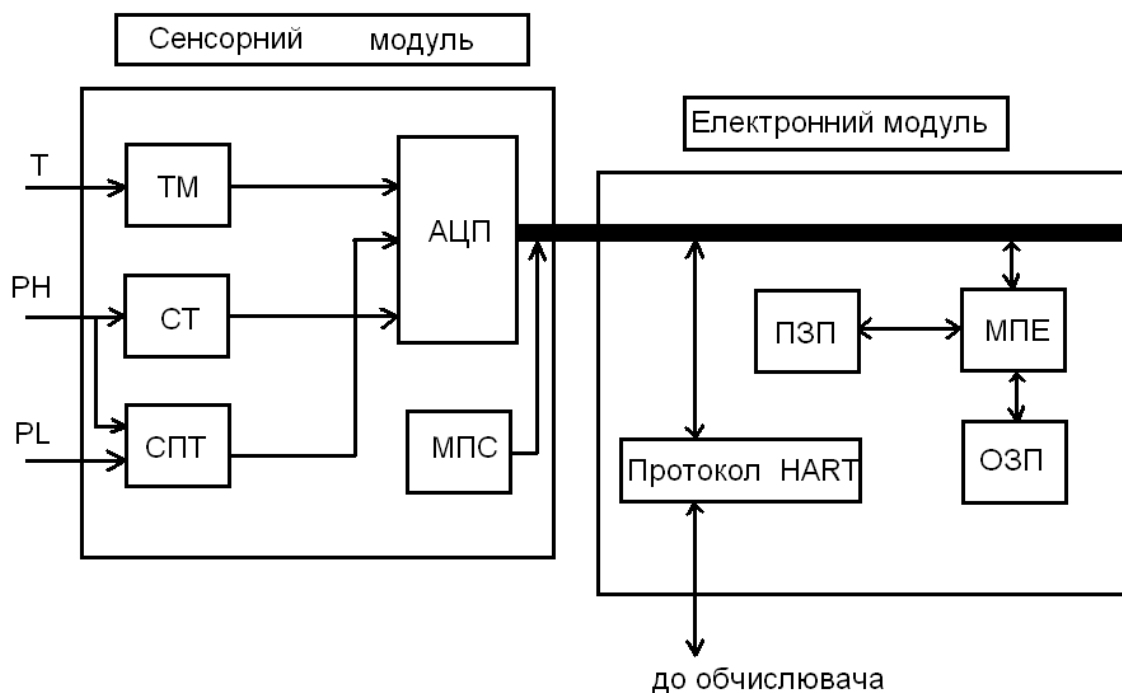


Рисунок 3.2 – Структурна схема перетворювача вимірюючого багатопараметричного.

Джерело живлення призначено для живлення технічних приладів Комплексів. Джерело живлення призначено для експлуатації поза вибуховонебезпечних зон у приміщеннях при температурі від мінус 40 до 60 градусів С при відносній вологості навколишнього повітря до 98 відсотків при температурі 35 градусів С.

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.РЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

3.2. Розробка алгоритму функціонування системи обліку та контролю

газу



Рисунок 3.3 –Алгоритм функціонування КОС обліку і контролю газопостачання

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.РЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Робота КЕКОС обліку і контролю газу починається з опитування усіх датчиків і елементів системи на працездатність, тому, якщо який-небудь елемент системи не є працездатним, оператор отримує на дисплею монітора попередження про те, який саме елемент вийшов зі строю і вимагає ремонту чи заміни. Якщо все правильно працює і всі елементи працездатні то робота продовжується. Йде опитування багатопараметричних перетворювачів, якщо опитування пройшло успішно, то йде збір даних, їх об'єднання та передавання у вигляді пакетів інформації до контролера. Після цього контролер обробляє інформацію отриману з перетворювачів багато параметричних по закладеному у ньому алгоритмі. Починається обчислення параметрів потрібних для розрахунку об'ємного витрачання кількості газу. Формули за яким ведеться розрахунок необхідних параметрів наведені у пункті 3.3 даного розділу.

Далі, коли вже відомі потрібні параметри про кількість газу та його фізичні властивості необхідно передати інформацію до центральної ПЕОМ. На пункті обліку і контролю за газопостачанням встановлена ПЕОМ оператора, який по ній може слідкувати за працездатністю усіх елементів системи.

Для передачі інформації з пункту контролю за газопостачанням до пункту метрологічної служби на першому встановлен радіо модем і на другому пункті теж встановлен радіо модем. Саме через них йде спілкування обох пунктів.

Тож пункт метрологів вже отримує готову інформацію про те, куди і скільки пішло газу, які параметри має газу і усю іншу інформацію, яка необхідна для формування звітів обліку газу.

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.РЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

3.3. Обґрунтування та визначення вимог до характеристик електронних вузлів системи обліку та контролю газу

Багатопараметричний вимірюючий перетворювач призначен для одночасного вимірювання абсолютного тиску, перепаду тиску і температури у ВТП.

Основні технічні характеристики перетворювача вимірюючого багатопараметричного :

1. Верхня границя вимірювань абсолютного тиску настраюється у діапазоні від 0,56 до 250,0 кгс/см²;
2. Верхня границя вимірювань перепаду тиску настраюється у діапазоні від 63 до 6300 кгс/м* (від 0,62 до 62,2 кПа);
3. Діапазон вимірювань температури складає від мінус 40 до 85 °С;
4. Можливість перенастройки діапазонів вимірювань абсолютного тиску і перепаду тиску- 100:1;
5. Допускаєма приведена похибка вимірювання абсолютного тиску $\pm 0,075$ % від верхньої границі діапазона вимірювання (ВГД) від 1:1 до 6:1;
6. Допускаєма абсолютна похибка вимірювання температури (без урахування похибки термоперетворювача опору) знаходиться у межах $\pm 0,55$ °С;
7. Оновлення даних сенсорних модулів виконується 9 разів на секунду;
8. Вихідний електричний сигнал - цифровий сигнал на базі HART протоколу, накладаний на сигнал постійного струму, який передається по двохпровідній лінії (значення струму обирається у діапазоні від 4 до 9,5 мА);
9. Напруга живлення - від 7,5 до 35 В постійного струму з постійним середнім значенням струму 8,5 мА;
10. Допустима температура навколишнього середовища - від мінус 40 до 85 °С; 11. Габаритні розміри - не більше 163x96x212 мм; 12. Вага - не більше 5 кг.

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.РЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

Блок живлення призначений для живлення контролера та ПК. Блок живлення призначен для експлуатації поза вибухнебезпечних зон у приміщеннях при температурі навколишнього повітря від мінус 40 до 60 °С при відносної вологості до 98% при температурі 35 °С .

Основні технічні характеристики джерела живлення:

1. Джерело живлення працює від сіті змінного струму напругою від 187 до 242 В, частота (50±1)Гц;
2. Вихідна напруга - (12+1,2) В;
3. Максимальний струм навантаження - не більше 600 мА;
4. Блок живлення забезпечує автоматичний заряд під'єданого резервного акумулятора з номінальною ємністю від 12 до 24 А*ч. Номінальний ток підзарядки акумулятора - 500 мА;
5. Максимальна споживна потужність від сіті - не більше 14 ВА.

Основні технічні характеристики контролера збору і обробки інформації

1. Мікроконтролер з Fractal-BASIC - AT89S8253 (22.1184 МГц);
2. ОЗП - 64КБайта;
3. SEEPROM-64КБайта;
4. Термінальний інтерфейс RS 232C;
5. Додатковий роз'єм RS 232 з альтернативною розводкою;
6. Прискорений варіант Fractal-BASIC;
7. Мікроконтролер вводу – виводу - PIC18F6527 (8 МГц * 4 PLL);
8. FLASH пам'ять програм для користувача - 40 КБайт;
9. EEPROM пам'ять програм для користувача - 1008 Байт;
10. RAM пам'ять програм для користувача - 3.5 КБайт;
11. Сіті вий інтерфейс - RS 485 з індивідуальною розв'язкою;
12. Буфер прийому/передачі RS485 інтерфейсу - 256 Байт;
13. Число команд RS 485 інтерфейсу - 15;

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.РЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

14. Просте завантаження програм користувача у FLASH PIC18F6527 - через MODBUS і I2C;
15. Додавання користувачем своїх команд при обробці команд MODBUS; додатковий UART у PIC18F6527 для зв'язку напряму з термінальним входом AT89S8253;
16. Годинник реального часу PCF8583 + елемент CR2032;
17. Вхід вимірювання напруги батареї - є;
18. Підпитка ОЗП при відсутності основного живлення - є;
19. Інвертор живлення для РКІ - ICL7660;
20. Чіп супервізора - ADM69;
21. Локальні інтерфейси - I2C(апаратний), SPI(апаратний), MicroLan;
Кількість ліній MicroLan - до 24;
22. Кількість ліній вводу/виводу крім інтерфейс них - 32;
23. Навантажена здатність основних ліній вводу–виводу - $\pm 20\text{mA}$;
24. Можливість встановлення прецизійного джерела опорної напруги для АЦП - є(AD1585) ;
25. Окремий раз'єм для pin-to-pin підключення алфавітно-цифрових РКІ; Окремий раз'єм для підключення клавіатурної матриці - 4×8 ;
26. Світлодіодна індикація - живлення, прийом, передача;
27. Живлення від постійного і змінного струму 10...30В;
28. Полімерний самовідновлюючий запобіжник з обмеженням вхідної напруги

3.4. Математичні моделі блоків автоматизованої системи обліку і контролю газу

Розрахунок звужуючого пристрою складається у обчисленні діаметру його відверстя d при заданому діапазоні зміни витрачання газу, заданих параметрах вимірюючого середовища і діаметру трубопроводу та діапазону перепаду тисків.

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.РЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Рівняння масового витрачання газу має вид:

$$q_m = CE\varepsilon(\pi d^2 / 4)(2\rho\Delta p)^{1/2}. \quad (3.1)$$

де p - абсолютний тиск середовища перед звужуючим пристроєм в умовах вимірювань, кгс/см²; Δp перепад тиску середовища при проходженні через звужуючий пристрій, кгс/см²; C - коефіцієнт істечіння, E – коефіцієнт швидкості входу.

$$\Delta p = (p_1 - p_2), \quad (3.2)$$

$$E = 1/(1 - \beta^4)^{1/2}, \quad (3.3)$$

$$\beta = d/D. \quad (3.4)$$

В загальному випадку коефіцієнт істечіння залежить від виду ЗП (втрати енергії на ньому), місця розташування відверстій для відбору тиску, від відносного діаметру відверстя ЗП, числа Рейнольдса, нерівномірності розподілення швидкостей по перерізу, де β - відносний діаметр відверстя ЗП - відношення діаметру відверстя ЗП до внутрішнього діаметру ВТ перед ЗП при робочій температурі середовища.

Відносна площа ЗП - відносний діаметр відверстя ЗП, возведений у квадрат.

$$C = \frac{q_m(1 - \beta^4)^{1/2}}{(\pi / 4)d^2(2\Delta p\rho)^{1/2}}. \quad (3.5)$$

Наведені рівняння для визначення коефіцієнтів істечіння представляє собою рівняння апроксимації експериментальних даних. Значення C , розраховані по рівнянням апроксимації для ЗП різних типів, наведені у додатку (таблиці 2, 3).

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.РЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Для зрівняння розподілення швидкостей по перерізу ВТ, нерівномірність якого обумовлена наявністю місцевих опорів, використовують прямі ділянки трубопроводів визначеної довжини.

Вплив шорсткості неможливо виключити таким конструктивним шляхом.

Тому вплив шорсткості ВТ на значення коефіцієнту істечіння корегують за допомогою поправочного коефіцієнту на шорсткість внутрішньої поверхні ВТ $K_{ш}$.

Вплив на коефіцієнт істечіння притуплення вхідної кромки відверстя діафрагми, корегують за допомогою поправочного коефіцієнту на притуплення вхідної кромки відверстя діафрагми $K_{п}$.

Коефіцієнт, який враховує ізоентрепічне розширення газу за ЗП, називають коефіцієнтом розширення. Показник ізоентрепії - це відношення відносної зміни тиску до відповідної відносної зміни щільності при обернутому адіабатичному (ізоентропічному) процесі.

Коефіцієнт розширення ε для діафрагми слід рахувати по формулі:

$$\varepsilon = \frac{q_m (1 - \beta^4)^{1/2}}{C (\pi / 4) d^2 (2 \Delta p \rho)^{1/2}} \quad (3.6)$$

де Δp_n - номінальний перепад тиску диффометру, кгс/м²;

Розраховані по цим рівнянням значення ε , наведені у додатку (таблиці 3, 4).

Таким чином, рівняння масового витрачання в загальному випадку має вид:

$$q_m = C E K_{ш} K_n \varepsilon (\pi d^2 / 4) (2 \rho \Delta p)^{1/2} = a K_{ш} K_n \varepsilon (\pi d^2 / 4) (2 \rho \Delta p)^{1/2}, \quad (3.7)$$

де $a = EC$.

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.РЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Значення об'ємного витрачання, доведеного до нормальних умов має вид:

$$q_c = q_m / \rho. \quad (3.8)$$

Параметр шорсткості Ra - середнє арифметичне з абсолютних значень відстані між будь - якою точкою профілю і середньою лінією у межах базової довжини. Середня лінія - лінія, проведена так, що у межах базової довжини середнє квадратичне відхилення профілю до цієї лінії мінімальне.

Значення цього параметру можуть бути виміряні за допомогою профілометрів.

Шорсткість трубопроводу при визначенні його впливу на коефіцієнт істечіння ЗП оцінюють по еквівалентній шорсткості $R_{ш}$.

Розрахунок звужуючого пристрою повинен проводитися згідно з вимогами РД 50-213-80. У розрахунку надані посилання на пункти, таблиці і додатки цього документу.

Вхідні дані для розрахунку: вимірююче середовище – природний газ, густина якого при нормальних умовах $\rho_{ном}=0,73$ кг/м³, динамічна в'язкість $\mu = 1,08 \cdot 10^{-6}$ кг · с/м², максимальне вимірююче витрачання при нормальних умовах $q_{max.ном}=1000$ м³/ч; мінімальне $q_{min.ном}=340$ м³/ч; надмірний тиск газу перед звужуючим пристроєм $P_u=3$ кгс/см²; барометричний тиск навколишнього повітря $P_0 = 750$ мм.рт.ст; температура газу перед звужуючим пристроєм $t = 7^0$ С; допустима втрата тиску на звужуючому пристрійі при найбільшому витрачанні $P_{н-0} = 0,16$ кгс/см²; внутрішній діаметр трубопроводу перед звужуючим пристрієм при температурі 20⁰С $d_{20}=100$ мм; газопровід виготовлен з цільнотягнутих сталєних труб(Ст20); тип звужуючого пристрою – діафрагма з кутовим способом відбору зі сталі марки ОХ13.

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.РЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

Після вибору звужуючого пристрою необхідно визначити відсутні для розрахунку дані:

- температуру газу, K , перед звужуючим пристроєм:

$$T = 273,15 + t = 273,15 + 7,0 = 280,15 K \quad (3.9)$$

;

- барометричний тиск, $кгс/см^2$:

$$p_{\bar{o}} = 750(13,595 \cdot 10^{-4}) = 1,0196; \quad (3.10)$$

- абсолютний тиск газу, $кгс/см^2$, перед звужуючим пристроєм:

$$p = p_{\bar{o}} + p_u = 3 + 1,0196 = 4,0196; \quad (3.11)$$

- Абсолютна шорсткість стінок трубопроводу:

$$K = 0,22;$$

- Комплексний коефіцієнт приведення надмірного тиску:

$$K_p = 26,1082 / (26,831 - p_{ном}) = 26,1082 / (26,831 - 0,73) \quad (3.12)$$

;

$$K_p = 1,00028$$

- Комплексний коефіцієнт приведення температури:

$$K_T = 1,2864 / (0,56364 + p_{ном}) = 1,2864 / (0,56364 - 0,73); \quad (3.13)$$

$$p_{u.n} = p_u \cdot K_p = 3 \cdot 1,00028 = 3,00084; \quad (3.14)$$

$$K_T = 0,9944$$

- Псевдо приведенний надмірний тиск, $кгс/см^2$

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.РЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

$$p_{u.n} = p_u \cdot K_p = 3 \cdot 1,00028 = 3,00084 ; \quad (3.14)$$

- Псевдо приведена температура, °C

$$t_n = K_T(t + 273,15) - 273,15 ; \quad (3.15)$$

$$t_n = 0,9944 \cdot 280,15 - 273,15 = 5,4312 ;$$

- Коефіцієнт стискаємості газу

$$K=0,99225 ;$$

- Показник адіабати газу

$$\chi = 1,29 + 0,704 \cdot 10^{-6} [2575 + (346,23 - T)^2] p \quad (3.16)$$

$$\chi = 1,29 + 0,704 \cdot 10^{-6} [2575 + (346,23 - 280,15)^2] \cdot 4,0196 = 1,3096$$

- Поправочний множник на теплове розширення матеріалу діафрагми

$$K_t = \sqrt{0,9998} = 0,9999 ; \quad (3.17)$$

Після визначення необхідних даних треба виконати розрахунок параметрів звужуючого пристрою. Спочатку знайдемо додаткову величину C .

$$C = \frac{Q_{ном.пр}}{0,2109 D_{20}^2} \sqrt{\frac{p_{ном} T K}{p}} ; \quad (3.18)$$

$$C = \frac{1000}{0,2109 \cdot 100^2} \sqrt{\frac{0,73 \cdot 280,15 \cdot 0,99225}{4,0196}} = 3,369 ;$$

де $Q_{ном.пр}$ - верхня межа вимірювання дифманометра для об'ємного витрачання, доведеного до нормальних умов;

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.РЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

- Приблизне значення відносної площі діафрагми і межовий номінальний перепад тиску дифманометра:

$$m = 0,15; \quad \Delta p_n = 1600 \text{ кгс/м}^2;$$

- Число Рейнольдса при максимальному витрачанні газу

$$R_e = 0,0361 \frac{Q_{ном. \max} \rho_{ном}}{D_{20} \mu}; \quad (3.19)$$

$$R_e = \frac{0,0361 \cdot 1000 \cdot 0,73}{100 \cdot 1,08 \cdot 10^{-6}} = 0,244 \cdot 10^6;$$

- Число Рейнольдса при мінімальному витрачанні газу

$$R_e = 0,0361 \frac{Q_{ном. \min} \rho_{ном}}{D_{20} \mu}; \quad (3.20)$$

$$R_e = \frac{0,0361 \cdot 340 \cdot 0,73}{100 \cdot 1,08 \cdot 10^{-6}} = 82960;$$

Мінімальне дозволене число Рейнольдса для $0,05 \leq m \leq 0,2$

$$R_{e \min} = 5000,$$

Умова $R_e > R_{e \min}$ виконується

- Приблизне значення коефіцієнту розширення газу

$$\varepsilon = 1 - (0,41 + 0,35m^2) \Delta p_n / (p \chi); \quad (3.21)$$

$$\varepsilon = 1 - (0,41 + 0,35 \cdot 0,15^2) 1600 \cdot 10^{-4} / (4,0196 \cdot 1,3096) = 0,9873;$$

- Відносна шорсткість

$$(R / D) \cdot 10^4 = (0,22 / 100) \cdot 10^4 = 22; \quad (3.22)$$

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.РЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Так як $3,9 + {}^3 \exp(-14,2\sqrt{0,15}) = 3,9 + 10^3 \exp(-14,2\sqrt{0,15}) = 8,97, \text{ а}$

$(R/D) \cdot 10^4 > 8,97$, то необхідно ввести поправочний множник

на притуплення вхідної кромки; помноження поправочних

множників $K_{ш}K_{п}=1,0158$; Коефіцієнт витрачання діафрагми:

$$a_1 = \frac{1}{\sqrt{1-m^2}} \times \left| 0,5959 + 0,0312m^{1,05} - 0,1840m^4 + 0,0029m^{1,25} \left(\frac{10^6}{R_e} \right)^{0,75} \right| \quad (3.23)$$

$$\times K_{ш}K_{п} = \frac{1}{\sqrt{1-0,15^2}} \times \left| 0,5959 + 0,0312 \cdot 0,15^{1,05} - 0,1840 \cdot 0,15^4 + 0,0029 \cdot 0,15^{1,25} \left(\frac{10^6}{0,244 \cdot 10^6} \right)^{0,75} \right| \cdot 1,0158 = 0,61731;$$

;

- Допоміжна величина:

$$(ma)_1 = C / (\varepsilon \sqrt{\Delta p_n}) = 3,369 / (0,9873 \sqrt{1600}) = 0,08524, \quad (3.24)$$

- Відносна площа звужуючого пристрою:

$$m_1 = (ma)_1 / a_1 = 0,08524 / 0,61731 = 0,1381 \quad (3.25)$$

- Коефіцієнт розширення газу при m_1

$$\varepsilon = 1 - \frac{(0,41 + 0,35 \cdot 0,1381^2) 1600 \cdot 10^{-4}}{(4,0196 \cdot 1,3096)} = 0,9875 \quad (3.26)$$

;

Так як $\varepsilon_1 - \varepsilon = 0,9875 - 0,9873 = 0,0002 < 0,0005$, значення m_1 і ε_1

можна вважати кінцевими.

Розрахунковий діаметр отвору, мм, звужуючого пристрою

при 20^0 C

$$d_{20} = D \sqrt{m} / K_t = 100 \sqrt{0,1381} / 0,9999 = 37,17, \quad (3.27)$$

Об'ємне витрачання газу, $\text{м}^3/\text{ч}$ відповідає межевому номінальному перепаду тиску дифманометра,

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.РЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

$$Q_{ном.пр} = 0,2109 a \varepsilon K_t^2 d_{20}^2 \cdot \sqrt{p \Delta p / (p_{ном} T K)} \quad (3.28)$$

$$Q_{ном.пр} = 0,2109 \cdot 0,61603 \cdot 0,9875 \cdot 0,9999^2 \cdot 37,17^2 \times \\ \times \sqrt{1600 \cdot 4,0196 / (0,73 \cdot 280,15 \cdot 0,99225)} = 1000,38. ,$$

Відхилення $Q_{ном.пр}$ від заданого значення об'ємного витрачання, рівного $1000 \text{ м}^3/\text{г}$, менше допустимого відхилення (0,2 %), тому розрахунок виконано прави

Висновки

У даному розділі було розроблено функціональну схему КОС обліку і контролю газу. Виконано обґрунтування вибору елементів КОС, їх можливості та переваги. Розроблено алгоритм функціонування КЕКОС обліку і контролю газу. Визначені вимоги функціонування блоків КОС, їх основні технічні характеристики. Запропоновано математичний апарат для обробки інформації, отриманої від первинних датчиків

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.РЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р4			
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата				
Розробник		Кобець А.В.			Розробка принципової електричної схеми системи обліку та контролю газу	Літ.	Арк.	Аркушів
Консультант							72	
Н. контр.		Добрінова Л. П.				НУК імені адмірала Макарова		
Керівник		Жук О. К.						
Зав. каф.		Рябенський В. М.						

РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ СХЕМИ СИСТЕМИ ОБЛІКУ ТА КОНТРОЛЮ ГАЗУ

4.1. Контролер збору і обробки інформації

Одноплатний контролер призначено для КОС обліку і контролю газу. Модуль має усі необхідні вузли для автономної роботи чи роботи у складі Комплексу. Модуль підтримує роботу з інтерфейсами RS485, RS232C.

Це дає змогу утворювати пристрої з багатомодульною структурою та можливість сполучення з необхідними датчиками. Наявність гальванічно - розв'язанного RS 485 дає змогу підключати модуль до мережі довжиною до 1200м. Наявність термінального RS 232C забезпечує зручний оперативний доступ до апаратних ресурсів модуля і до записаних у нього програм. Однією з головних особливостей модуля є наявність вбудованого інтерпретатора Fractal-BASIC. Розміщення інтерпретатора у самому модулі дає змогу обходитися мінімальними програмно – апаратними засобами для створювання чи редагування відладки програми.

Іншою важливою особливістю модуля є наявність у його складі двох мікроконтролерів: AT89S8253 і PIC18F6527. У AT89S8253 розташована Fractal-BASIC. Цей мікроконтролер є основним ядром модуля. PIC18F6527 - це сопроцесор вводу-виводу (зв'язок з реальними датчиками, іншими вузлами і модулями). Таке розподілення умовне, тому що AT89S8253 має власні лінії вводу - виводу і інтерфейси для зв'язку з датчиками та іншими модулями, а PIC18F6527 володіє великим об'ємом і має достатню обчислювальну потужність для виконання складних програм .

Модуль має годинник реального часу з літєвим елементом живлення. Саме цей елемент також використовується для підживлення ОЗП при відсутності основного живлення. В модулі Fractal-BASIC може по команді користувача прискорюватися у два рази. Наявність у модулі сопроцесора з

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р4	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

нового сімейства PIC18Fxxxx додає багато можливостей і значно збільшує кількість ліній вводу - виводу у тому числі 12. Головна властивість сопроцесора – це легкість запису програм. В багатьох випадках можливе розподілення задач між двома мікроконтролерами.

4.1.1. Технічні характеристики контролера:

1. Мікроконтролер з Fractal-BASIC - AT89S8253 (22.1184 МГц);
2. ОЗП - 64КБайта;
3. SEEPROМ-64КБайта;
4. Термінальний інтерфейс RS 232C;
5. Додатковий раз'єм RS 232 з альтернативною розводкою;
6. Прискорений варіант Fractal-BASIC;
7. Мікроконтролер вводу – виводу - PIC18F6527 (8 МГц * 4 PLL);
8. FLASH пам'ять програм для користувача - 40 КБайт;
9. EEPROM пам'ять програм для користувача - 1008 Байт;
10. RAM пам'ять програм для користувача - 3.5 КБайт;
11. Мережевий інтерфейс - RS 485 з індивідуальною розв'язкою;
12. Буфер прийому/передачі RS485 інтерфейсу - 256 Байт;
13. Число команд RS 485 інтерфейсу - 15;
14. Просте завантаження програм користувача у FLASH PIC18F6527 - через MODBUS і I2C;
15. Додавання користувачем своїх команд при обробці команд MODBUS; додатковий UART у PIC18F6527 для зв'язку напряму з термінальним входом AT89S8253;
16. Годинник реального часу PCF8583 + елемент CR2032;
17. Вхід вимірювання напруги батареї - є;
18. Підживлення ОЗП при відсутності основного живлення - є;
19. Інвертор живлення для РКІ - ICL7660;
20. Чіп супервізора - ADM69;

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р4	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

21. Локальні інтерфейси - I2C(апаратний), SPI(апаратний), MicroLan;
Кількість ліній MicroLan - до 24;
22. Кількість ліній вводу/виводу крім інтерфейс них - 32;
23. Навантажна здатність основних ліній вводу–виводу - $\pm 20\text{mA}$;
24. Можливість встановлення прецизійного джерела опорної напруги для АЦП – ϵ (AD1585) ;
25. Окремий раз'єм для pin-to-pin підключення алфавітно-цифрових РКІ; Окремий раз'єм для підключення клавіатурної матриці - 4*8;
26. Світлодіодна індикація - живлення, прийом, передача;
27. Живлення від постійного і змінного струму 10...30В;
28. Полімерний відновлювальний запобіжник з обмеженням вхідної напруги;
29. Температурний робочий діапазон індустріального виконання - 40...+85 град.
30. Габарити модуля - 76.2*76.2*20 мм.

4.1.2. Склад і функціонування модуля

Модуль можна умовно поділити на такі частини:

1. Частина, яка відповідає за функціонування Fractal-BASIC-a;
2. Контролер вводу-виводу;
3. Блок живлення;
4. Перетворювач RS232;
5. Гальванічно-розв'язаний перетворювач RS485;
6. Супервізор;
7. Годинник реального часу з літєвим елементом живлення;
8. Частина, яка відповідає за підключення РКІ і клавіатурної матриці;
9. Світлодіодна індикація;
10. Рознімання ;
11. Джемperi для завдання режимів і конфігурації.

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р4	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Для функціонування Fractal-BASIC-a необхідні : мікроконтролер AT89S8253, ньому знаходиться сам інтерпретатор; Статичний ОЗП 64КБайта; SEEPROM 64КБайта; Логіка.

Fractal-BASIC займає увесь об'єм вбудованої FLASH пам'яті AT89S8253. Ця пам'ять не доступна користувачу. Йому повністю доступні 64КБайта ОЗП і 64КБайта SEEPROM(адреса 0A2H I2C). У них зберігаються програми і дані. Зовнішня пам'ять програм і пам'ять даних мікроконтролера штучно об'єднана. Це дозволяє загрузати у зовнішній ОЗП програмний код і виконувати його.

Тому у BASIC – програму можуть бути включені підпрограми у машинних кодах, що значно збільшує можливості модуля. Програми у пам'яті зберігаються у звернутому вигляді, вони розміщуються у пам'яті дуже компактно. При зникненні живлення, на ОЗП подається живлення від літієвого елемента. Це дозволяє повністю зберігати усі дані, накоплені у процесі роботи. Мікроконтролер отримує спеціальний сигнал про просадку живлення нижче дозволеної межі і припиняє роботу до нормалізації живлення.

Тому мікроконтролер не припинить посередині виконання інструкцій Fractal-BASIC-a і цілісність даних не буде порушена. Після подачі живлення мікроконтролер перевіряє наявність програми у ОЗП і якщо вона є передає її управління,якщо її немає, то відбувається загрузка програми з SEEPROM. Якщо програми і там немає, то контролер виходить у термінальний режим. UART мікроконтролера AT89S8253 підключено до інтерфейсу RS 232 через перетворювач рівнів.

Цей інтерфейс є термінальним і взаємодіє з Fractal-BASIC. Три інтерфейси I2C, SPI і MicroLan доступні з Fractal-BASIC-a. Ці інтерфейси потрібні для обміну із сопроцесором вводу-виводу, SEEPROM і модулями розширення. AT89S8253 має невелику кількість власних ліній вводу-виводу, але через їх специфічної схемотехніки, їх краще використовувати не як вихідну лінію, тому що струми, які можна від них відібрати дуже малі :1.6mA

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р4	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

на лінію, але не більше 10мАі. Лінії AT89S8253 використовують для підключення пристроїв з MicroLan інтерфейсом. Fractal-BASIC має дуже гнучкі засоби для підключення MicroLan пристроїв, у тому числі сітей на кожному з обраних ліній. Також існує вхід переривання, який дозволяє сопроцесору, реального часу чи модулям розширення переривати BASIC програму годиннику.

У якості сопроцесора вводу - виводу обрано PIC18F6527. Він вміщує багату кількість різних ресурсів: велика кількість ліній вводу виводу; вихідні струми кожної лінії +/- 20 мА; 12 ліній АЦП 10біт; 2 лінії ШИМ 10біт; апаратні I2C і SPI, програмний MicroLan; 2 UART; 40 КБайт FLASH пам'яті програм для користувача; 1008 Байт EEPROM пам'ять даних для користувача; 3.5 КБайта RAM пам'яті даних для користувача; 4 таймера доступних користувачам. PIC18F6527 не тільки додає модулю вказані ресурси (усі вони доступні з Fractal-BASIC по шині I2C), але і дозволяє користувачу розміщувати у PIC18F6527 власні програми розміром до 40 Кбайт. Це дає можливість спрощення написання BASIC-програми, передав частину задач у PIC18F6527. При цьому значно покращуються часові характеристики : усі або частина вхідних сигналів можливо обробляти у PIC18F6527 і при необхідності саме тут можливо формувати вихідні

дії. При такому підході обмін з BASIC-ом може вестися тільки оброблюваними результатами і параметрами. Такий обмін дуже компактний і не віднімає багато часу у BASIC, та не загрожує шині I2C. Завантаження програм користувача може бути виконана через RS485 чи I2C без програматора. До одного з UART мікроконтролера підключено гальванічно-розв'язаний інтерфейс RS 485.

Вбудована прошивка підтримує пакетний протокол MODBUS для RS 485. Інший UART підключено паралельно термінальному входу Fractal-BASIC. Це дозволяє модулю через RS 485 мати доступ до Fractal-BASIC для

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р4	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

обміну даними чи запису BASIC-програми. Для вбудованого АЦП може бути встановлено прецизійне джерело опорної напруги номіналом 5.000В.

Для контролю літійового елемента напруга з нього надана на один з аналогових входів. Мікроконтролер має можливість автоматично переходити з зовнішнього кварцового резонатора при виході його із строю на внутрішній прецизійний генератор, що сильно перевищує стійкість модуля у жорстких умовах експлуатації.

Лінії вводу-виводу доступні не тільки через рознімання кроса, але і через окремі рознімання і з протилежної сторони і в середині модуля, це підвищує зручність використання модуля. Лінії, які виведені на крос зручно використовувати суміжно з пасивними модулями розширення силових виходів чи гальванічно-розв'язаних входів. Лінії виведені на окремі рознімання зручно використовувати для підключення різних датчиків, РКІ і клавіатурної матриці. Усі ресурси PIC18F6527 доступні користувачу і через RS 485 за адресою 02H і через I2C по адресі 10H.

Прошивка підтримує роботу I2C у мультімайстерному режимі.

Блок живлення (БЖ) має два виконання: з лінійним стабілізатором і з імпульсним стабілізатором.

БЖ включає у себе: полімерний відновлювальний запобіжник; діодний міст; обмежник максимальної вхідної напруги; фільтр; власний стабілізатор +5В.

Модуль може живитися від джерела постійного чи змінного струму. При цьому діюче значення вхідної напруги не повинно бути нижче 10В, так як це буде менше допустимого порогу для нормальної роботи AT89S8253.

Цей порог обрано із запасом, для того щоб при зникненні вхідного живлення накопленого на вхідній ємності, енергії вистачало для нормального закінчення самої довгої операції Fractal-BASIC і припиненню програми. Максимальне амплітудне значення вхідної напруги не повинно перевищувати 30В.

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р4	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

БЖ крім живлення самого модуля може жити і модулі розширення. Струм, який можна додатково відібрати від модуля, для варіанта з імпульсним стабілізатором складає до 250мА. Для варіанта з лінійним стабілізатором він складає від 0мА при входній напрузі 24...30В, до 150мА при входній напрузі 10В.

Перетворювач RS 232 забезпечує спраження рівнів інтерфейсу RS 232 з рівнями 0-5 В, перетворювач не забезпечує гальванічну розв'язку. Це необхідно враховувати при підключенні до RS232. Необхідно спочатку з'єднати рознімання RS 232 і тільки після цього підключати лінії живлення модуля. Інакше перетворювач може вийти із строю. Перетворювач також забезпечує сумування сигналів інтерфейсу з сигналами від UART сопроцесора вводу - виводу. Перетворювач забезпечує роботу на швидкостях до 250Кбод.

Таблиця 4.1 – Призначення виводів роз'єму X1 (крос)

Рознімання X1 (крос)			
Номер виводу	Бітова адреса	Тип виводу	Опис
1	5V	POW	Коло живлення +5В модулів розширення
2	P10 90h	1/0	Лінія 0 порту 1 AT89S8253; може бути використана, як лічильний вхід таймера T2 AT89S8253; при використанні SPI адреса A0
3	P11 91h	1/0	Лінія 1 порту 1 AT89S8253; може бути використана, як керуючий вхід таймера T2 AT89S8253; при використанні SPI адреса A1
4	P12 92h	1/0	Лінія 2 порту 1 AT89S8253; при використанні SPI адреса A2
5	SCL 93h	1/0	Лінія 3 порту 1 AT89S8253; З'єднано а з RC3 PIC18F6527; Використовується як SCL інтерфейсу I2C
6	SDA 94h	1/0	Лінія 4 порту 1 AT89S8253; З'єднано а з RC4 PIC18F6527; Використовується як SDA інтерфейсу I2C
7	P15 95h	1/0	Лінія 5 порту 1 AT89S8253; при використанні SPI - MOSI
8	P16 96h	1/0	Лінія 6 порту 1 AT89S8253; при використанні SPI - MISO
9	P17 97h	1/0	Лінія 7 порту 1 AT89S8253; при використанні SPI - SCK
10	GND	POW	Коло живлення 0В

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р4	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

11	+5V	POW	Коло живлення +5В модулів розширення
12	RA0 80h Bit0	I / O AN	Лінія 0 порту RA PIC18F6527;може бути ивикористана, як аналоговий вхід вбудованого 10 біт АЦП
13	RA1 80h Bit1	I / O AN	Лінія 1 порту RA PIC18F6527;може бути використана, як аналоговий вхід вбудованого 10 біт АЦП
14	RA2 80h Bit2	I / O AN	Лінія 2 порту RA PIC18F6527;може бути використана, як аналоговий вхід вбудованого 10 біт АЦП чи як від'ємний вхід опорної напруги вбудованого АЦП
15	RA3 80h Bit3	I / O AN	Лінія 3 порту RA PIC18F6527; може бути використана, як аналоговий вхід вбудованого 10 біт чи як позитивний вхід опорної напруги вбудованого АЦП
16	T0 0B4h	I / O	Лінія 4 порту 3 AT89S8253;
17	-	NC	Не використовується
18	INT0 0B2h	I / O	Лінія 2 порту 3 AT89S8253;
19	INT1 0B3h	I	Лінія 3 порту 3 AT89S8253 (використовується тільки як вхід зовнішнього переривання INT1)
20	GND	POW	Коло живлення 0В

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р4	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Таблиця 4.2 – Призначення виводів роз'єму X2 (крос)

Роз'єм X2 (крос)			
Номер виводу	Бітова адреса	Тип виводу	Опис
1	5V	POW	Коло живлення+5В модулів розширення
2	RC0 82h Bit0	1/0	Лінія 0 порту RC PIC18F6527; може бути використана, як тактовий вхід T1 PIC18F6527
3	RC1 82h Bit1	1/0	Лінія 1 порту RC PIC18F6527; може бути використана, як вихід ШІМ PIC18F6527 чи вхід защелки
4	RC2 82h Bit2	1/0	Лінія 2 порту RC PIC18F6527; може бути використана, як вихід ШІМ PIC18F6527 чи вхід защелки
5	SCL 82h Bit3	1/0	Лінія 3 порту RC PIC18F6527 з'єднано а з лінією 3 порту 1 AT89S8253;Використовується, як SCL інтерфейсу I2C
6	SDA 82h Bit4	1/0	Лінія 4 порту RC PIC18F6527 з'єднано а з лінією 4 порту 1 AT89S8253;Використовується, як SDA інтерфейсу I2C
7	SDO 82h Bit5	1/0	Лінія 5 порту RC PIC18F6527;при використанні SPI -SDO
8	SDI 82h Bit6	1/0	Лінія я 6 порту RC PIC18F6527;при використанні SPI - SDI
9	SCK 82h Bit7	1/0	Лінія 7 порту RC PIC18F6527;при використанні SPI - SCK
10	GND	POW	Коло живлення 0В
11	+5V	POW	Коло живлення +5В модулів розширення
12	RE0 84h Bit0	I / O	Лінія 0 порту RE PIC18F6527
13	RE1 84h Bit1	I / O	Лінія 1 порту RE PIC18F6527
14	RE2 84h Bit2	I / O	Лінія 2 порту RE PIC18F6527
15	RE3 84h Bit3	I / O	Лінія 3 порту RE PIC18F6527
16	RE4 84h Bit4	I / O	Лінія 4 порту RE PIC18F6527
17	RE5 84h Bit5	I / O	Лінія 5 порту RE PIC18F6527
18	RE6 84h Bit6	I / O	Лінія 6 порту RE PIC18F6527
19	RE7 84h Bit7	I / O	Лінія 7 порту RE PIC18F6527

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р4	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

20	GND	POW	Коло живлення 0В
----	-----	-----	------------------

Таблиця 4.3 – Призначення виводів роз'єму X3

Роз'єм X3 (RS232C)			
Номер виводу	Бітова адреса	Тип виводу	Опис
1	DCD	I / O	З'єднано з DTR і DSR
2	RXD	O	Дані RS232C з контролеру
3	TXD	I	Дані RS232C у контролер
4	DTR	I / O	З'єднано з DTR і DSR
5	SGND	I / O	Сигнальна земля
6	DSR	I / O	З'єднано з DTR и DSR
7	RTS	I / O	З'єднано з CTS
8	CTS	I / O	З'єднано з RTS
9	RI	NC	
10	-	NC	

Таблиця 4.4 – Призначення виводів рознімання X4-X7

Роз'єм X4 (RS232C)			
Номер виводу	Бітова адреса	Тип виводу	Опис
1	DCD	I / O	З'єднано з DTR і DSR
2	DSR	I / O	З'єднано з DTR і DSR
3	RXD	O	Дані RS232C у контролер
4	RTS	I / O	З'єднано з CTS
5	TXD	I	Дані RS232C у контролер
6	CTS	I / O	З'єднано з RTS
7	DTR	I / O	З'єднано з DTR і DSR
8	RI	NC	
9	SGND	I / O	Сигнальна земля
10	-	NC	

Роз'єм X6-7 (Живлення)			
1	AC/DC	POW	Коло живлення AC/DC
2	AC/DC	POW	Коло живлення AC/DC

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р4	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Таблиця 4.5 – Призначення виводів роз'ємів X8-X12

Роз'єм X8-10 (RS485)			
Номер виводу	Бітова адреса	Тип виводу	Опис
X8	X+	RS485	
X9	X-	RS485	
X10	SGND485	SGND485	
Роз'єм X11 (Зовнішня батарея)			
1	GND	POW	Коло живлення 0В
2	+3V	POW	Коло живлення +3В
Роз'єм X12 (програмування PIC18F6527 при допомозі зовнішнього програматора)			
1	+5V	POW	Коло живлення +5В
2	NRES	I	MCLR PIC18F6527
3	RB6	I / O	PGC

Таблиця 4.6 – Призначення виводів роз'єму X13

Роз'єм X13 (лінії вводу-виводу)			
Номер виводу	Бітова адреса	Тип виводу	Опис
1	RF0 85h Bit0	I / O AN	Лінія 0 порту RF PIC18F6527; може бути використана, як аналоговий вхід вбудованого 10 біт АЦП
2	GND	POW	Коло живлення 0В
3	RF1 85h Bit1	I / O AN	Лінія 1 порту RF PIC18F6527; може бути використана, як аналоговий вхід вбудованого 10 біт АЦП

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р4	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

4	GND	POW	Коло живлення 0В
5	RF2 85h Bit2	I / O AN	Лінія 2 порту RF PIC18F6527;може бути використана, як аналоговий вхід вбудованого 10 біт АЦП
6	GND	POW	Коло живлення 0В
7	RF3 85h Bit3	I / O AN	Лінія 3 порту RF PIC18F6527;може бути використана, як аналоговий вхід вбудованого 10 біт АЦП
8	GND	POW	Коло живлення 0В
9	RF4 85h Bit4	I / O AN	Лінія 4 порту RF PIC18F6527;може бути використана, як аналоговий вхід вбудованого 10 біт АЦП
10	GND	POW	Коло живлення 0В
11	RF5 85h Bit5	I / O AN	Лінія 5 порту RF PIC18F6527; може бути використана, як аналоговий вхід вбудованого 10 біт АЦП
12	GND	POW	Коло живлення 0В
13	RF6 85h Bit6	I / O AN	Лінія 6 порту RF PIC18F6527; може бути використана, як аналоговий вхід вбудованого 10 біт АЦП
14	GND	POW	Коло живлення 0В
15	RF7 85h Bit7/ RA5 80h Bit5	I / O I / O AN	Лінія 7 порту RF PIC18F6527; При замкненому J9 : Лінія 5 порту RA PIC18F6527 чи може бути використана, як аналоговий вхід вбудованого 10 біт АЦП
16	GND	POW	Коло живлення 0В

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р4	Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Таблиця 4.7 – Призначення виводів рознімання X14

Роз'єм X14 (алфавітно-цифровий PKI)			
Номер виводу	Бітова адреса	Тип виводу	Опис
1	GND	POW	Коло живлення 0В
2	+5V	POW	Коло живлення +5В
3	V0	-5..+5В	Коло контрасту
4	RG0 86h Bit0	(I /) O	PKI (RS) Лінія 0 порту RG PIC18F6527
5	RG3 86h Bit3	(I /) O	PKI (W/R) Лінія 1 порту RG PIC18F6527
6	RG4 86h Bit4	(I /) O	PKI (E) Лінія 2 порту RG PIC18F6527
7	RB0 81h Bit0	(I /) O	PKI (D0) Лінія 0 порту RG PIC18F6527
8	RB1 81h Bit1	(I /) O	PKI (D1) Лінія 1 порту RG PIC18F6527
9	RB2 81h Bit2	(I /) O	PKI (D2) Лінія 2 порту RG PIC18F6527
10	RB3 81h Bit3	(I /) O	PKI (D3) Лінія 3 порту RG PIC18F6527
11	RB4 81h Bit4	(I /) O	PKI (D4) Лінія 4 порту RG PIC18F6527
12	RB5 81h Bit5	(I /) O	PKI (D5) Лінія 5 порту RG PIC18F6527
13	RB6 81h Bit6	(I /) O	PKI (D6) Лінія 6 порту RG PIC18F6527
14	RB7 81h Bit7	(I /) O	PKI (D7) Лінія 7 порту RG PIC18F6527
15	R 20	POW	Анод підсвічування PKI ; резистор 20 Ом к +5В
16	GND	POW	Катод підсвічування PKI; Коло живлення 0В

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р4	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Таблиця 4.8 – Призначення виводів рознімання X15

Роз'єм X15 (клавіатурна матриця)			
Номер виводу	Бітова адреса	Тип виводу	Опис
1	GND	POW	Коло живлення 0В
2	+5V	POW	Коло живлення +5В
3	KEY0	-5..+5В	Вибірка ряду кнопок 0
4	KEY1	(I /) O	Вибірка ряду кнопок 1
5	KEY2	(I /) O	Вибірка ряду кнопок 2
6	KEY3	(I /) O	Вибірка ряду кнопок 3
7	(RB0)	(I /) O	Кнопка 0
8	(RB1)	(I /) O	Кнопка 1
9	(RB2)	(I /) O	Кнопка 2
10	(RB3)	(I /) O	Кнопка 3
11	(RB4)	(I /) O	Кнопка 4
12	(RB5)	(I /) O	Кнопка 5
13	(RB6)	(I /) O	Кнопка 6
14	(RB7)	(I /) O	Кнопка 7
15		NC	
16		NC	

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р4	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Таблиця 4.9 – Призначення Джемперів

Джемperi		
J1	RF0 (X13)	1-2 – підтягування лінії до +5В через 1.6кОм; 2-3 - підключення 200 Ом до GND для струмкового варіанту входу; відсутність – послідовний обмежуючий резистор 330 Ом
J2	RF1 (X13)	1-2 - підтягування лінії до +5В через 1.6кОм; 2-3 - підключення 200 Ом до GND для струмкового варіанту входу; відсутність – послідовний обмежуючий резистор 330 Ом
J3	RF2 (X13)	1-2 - підтягування лінії до +5В через 1.6кОм; 2-3 - підключення 200 Ом до GND для струмкового варіанту входу; відсутність – послідовний обмежуючий резистор 330 Ом
J4	RF3 (X13)	1-2 - підтягування лінії до +5В через 1.6кОм; 2-3 - підключення 200 Ом до GND для струмкового варіанту входу; відсутність – послідовний обмежуючий резистор 330 Ом
J5	RF4 (X13)	1-2 - підтягування лінії до +5В через 1.6кОм; 2-3 - підключення 200 Ом до GND для струмкового варіанту входу; відсутність – послідовний обмежуючий резистор 330 Ом
J6	RF5 (X13)	1-2 - підтягування лінії до +5В через 1.6кОм; 2-3 - підключення 200 Ом до GND для струмкового варіанту входу; відсутність – послідовний обмежуючий резистор 330 Ом
J7	RF6 (X13)	1-2 - підтягування лінії до +5В через 1.6кОм; 2-3 - підключення 200 Ом до GND для струмкового варіанту входу; відсутність – послідовний обмежуючий резистор 330 Ом
J8	RF7/ RA5 (X13)	1-2 - підтягування лінії до +5В через 1.6кОм; 2-3 - підключення 200 Ом до GND для струмкового варіанту входу; відсутність – послідовний обмежуючий резистор 330 Ом
J9	RA5 BAT	замкнено - підключення лінії RA5 к X13; розімкнено підключення до літєвого елементу.
J10	WR Protect	Замкнено - запис у SEEPR0M заблоковано, розімкнено - запис у SEEPR0M дозволено
J 11	POW Ext	Шини живлення +5V контролера і X1-2
J 13	RES AT89S 8253	Скидання AT89S8253 1-2- скидання подається з PIC18F6527, 2-3- скидання йде з супервізора, відсутність - працює тільки внутрішня схема скидання у AT89S53 0.1мкф;
J 14	NRES PIC18F 6527	Скидання PIC18F6527 замкнено - скидання йде з супервізора, розімкнено – працює внутрішня схема скидання;
J 16	PUL+	Замкнено – X+ RS485 підтягнути до 5В RS485 через 1кОм;
J 17	PUL-	Замкнено – X- RS485 підтягнути до 0В RS485 через 1кОм;
J 18	TRM 120	Замкнено – ввімкнено термінатор 120 Ом між X+ и X- RS485;

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р4	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

4.2. Опис технологічного процесу виготовлення друкованої плати

Метод металізації наскрізних отворів застосовують при виготовленні печатних плат.

Заготівлі з фальшованого діелектрика відрізають із припуском 30 мм на сторону. Після зняття заусінців по периметрі заготівель і в отворах, поверхня фольги захищають на крацевальному верстаті й знежирюють хімічно соляною кислотою у ванні.

Рисунок схеми виконують за допомогою сухого фоторезисту. При цьому протилежна сторона плати повинна не мати механічних ушкоджень і протравлювання фольги.

Базові отвори одержують висвердлюванням на універсальному верстаті зі ЧПУ. Орієнтуючись на мітки сполучення, розташовані на технологічному полі.

Свердлення отворів виробляється на універсальних верстатах зі ЧПУ СМ-600-Ф2. У процесі механічної обробки плати забруднюються. Для усунення забруднення отвору піддають гідроабразивному впливу.

При великій кількості отворів доцільно застосовувати ультразвукове очищення. Після знежирення й очищення плату промивають у гарячій і холодній воді.

Потім виконується хімічну й гальванічну металізації отворів. Після цього видаляють маску.

Механічна обробка по контурі, одержання конструктивних отворів і т.д. здійснюють на універсальних, координатно-свердлильних верстатах (СМ-600-Ф2) сумісних із САПР.

Вихідний контроль здійснюється автоматизованим способом на спеціальному стенді, де відбувається перевірка працездатності плати, тобто її електричних параметрів.

1. Вхідний контроль здійснюється за ДСТ 10316-78

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р4	Арк.
						88
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

2. Нарізка заготівель здійснюється верстатом зі ЧПУ СМ-60-Ф2, тому, що цей верстат управляється програмою сумісної із системою Р-CAD

3. Підготовка поверхні фальшованого діелектрика: у дану операцію входять дві додаткові операції, одна з них механічна обробка (це обробка за допомогою абразивних матеріалів) і хімічна (це обробка за допомогою хімікатів). На цьому етапі заготівля очищається від бруду, окислів, жиру й ін. речовин.

4. Одержання малюнка схеми. Дана операція заснована на фотохімічному методі одержання малюнка через те, що для даної ПП потрібна висока точність виконання малюнка. У цій операції втримується 3 операції: нанесення ФР (ФР вибирається сухий, тому що потрібна висока точність), експонування (тут заготівля проходить через потужне УФ випромінювання, у процесі чого незахищений шар ФР засвічується, і полимеризується) і промивання заготівлі у воді (для зняття засвіченого ФР).

5. Травлення міді із пробельних місць. Дана операція заснована на втравлюванні незахищеної поверхні фольгированого ДЭ хімічним методом. Після травлення знімається ФР із захищеної поверхні, потім проводиться промивання від хімікатів і сушіння. Після всього цього робиться контроль. Перевіряється протравленості фольги, звіряється з контрольним зразком.

6. В операції свердління базових і кріпильних отворів використовується свердлильно-фрезерний верстат СМ-600-Ф2 зі свердлом $D=3\text{mm}$. Робиться 4 отвору для сполучення. Після утворення отворів потрібно очистити плату й краї отворів від заусенців і прилиплих крихт склотекстоліта. Ця операція виробляється гідроабразивним методом. Потім іде протравлювання діелектрика, промивання від хімікатів і сушіння. По закінченню виробляється контроль на правильність розташування отворів і їхня форма.

7. Після йде операція УЗ промивання, сенсibilізація й активація поверхні отворів. Після цього на авто операторной лінії АГ-38 іде операція

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р4	Арк.
						89
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

хімічний медніння. Цим домагаються нанесення на поверхню отворів тонкого шару міді.

8. Потім іде операція гальванічного осадження міді. Операція з на авто операторної лінії АГ-44. На тонкий шар осаджується мідь до потрібної товщини. Після цього виробляється контроль на товщину міді і якість її нанесення.

9. Далі виробляється обробка по контурі ПП. Ця операція виробляється на верстаті СМ-600-Ф2 з насадкою у вигляді дискової фрези за ДСТ 20320-74. У цій операції віддаляється непотрібний склотекстоліт по краях плати й припасування до необхідного розміру.

10. Потім методом сеткографії виробляється маркування ПП. операція виробляється на верстаті СД-1, що необхідним штампом зробить відбиток на ПП маркування.

11. Весь цикл виробництва ПП закінчується контролем плати із використанням автоматизованої перевірки на стендах.

Вибір матеріалу.

Для виробництва друкованих плат використовуються різні склотекстоліти. Тому що за умовою мого технічного завдання пристрій повинне працювати в умовах з підвищеною температурою для виробництва плати я використаю двосторонній фольгований склотекстоліт з підвищеною теплостійкістю СТФ-2.

Основні характеристики:

Фольгований склотекстоліт СТФ:

Товщина фольги 18-35 мм.

Товщина матеріалу 0.1-3 мм.

Діапазон робочих температур -60 +150 с..

Напруга пробою 30Кв/мм.

Фоторезист СПФ2:

Тип негативний.

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р4	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Розв'язна здатність 100-500.

Проявник метилхлороформ.

Розчин видалення хлористий метилен.

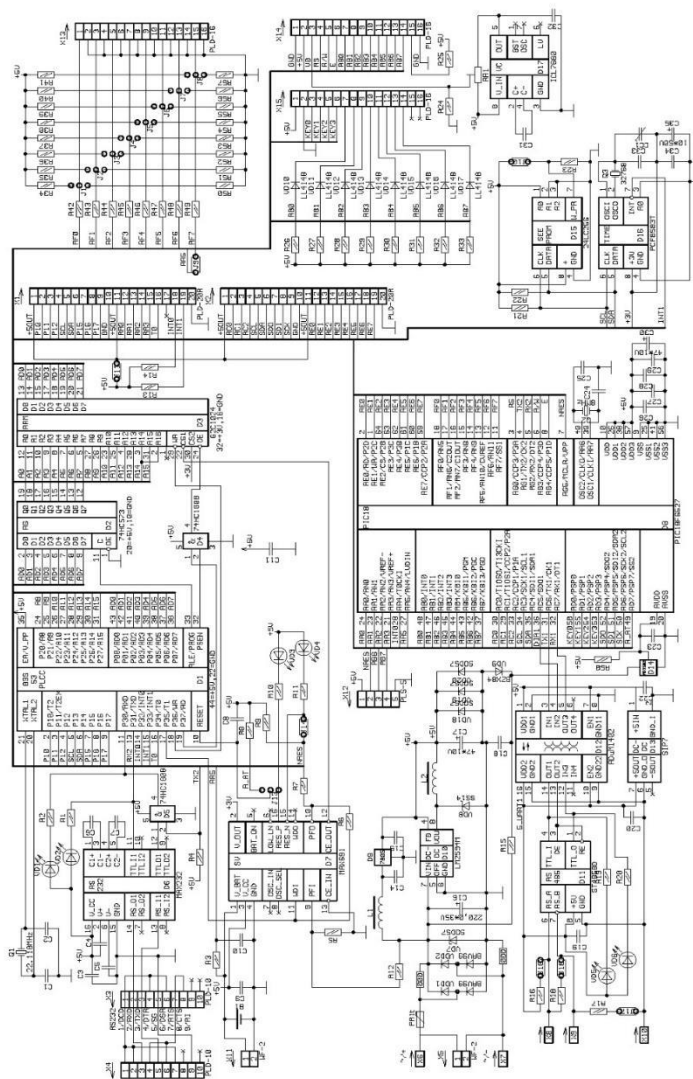


Рисунок 4.1 – Друкована плата контролеру збору і обробки інформації з нижнього боку.

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р4	Арк.
						91
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

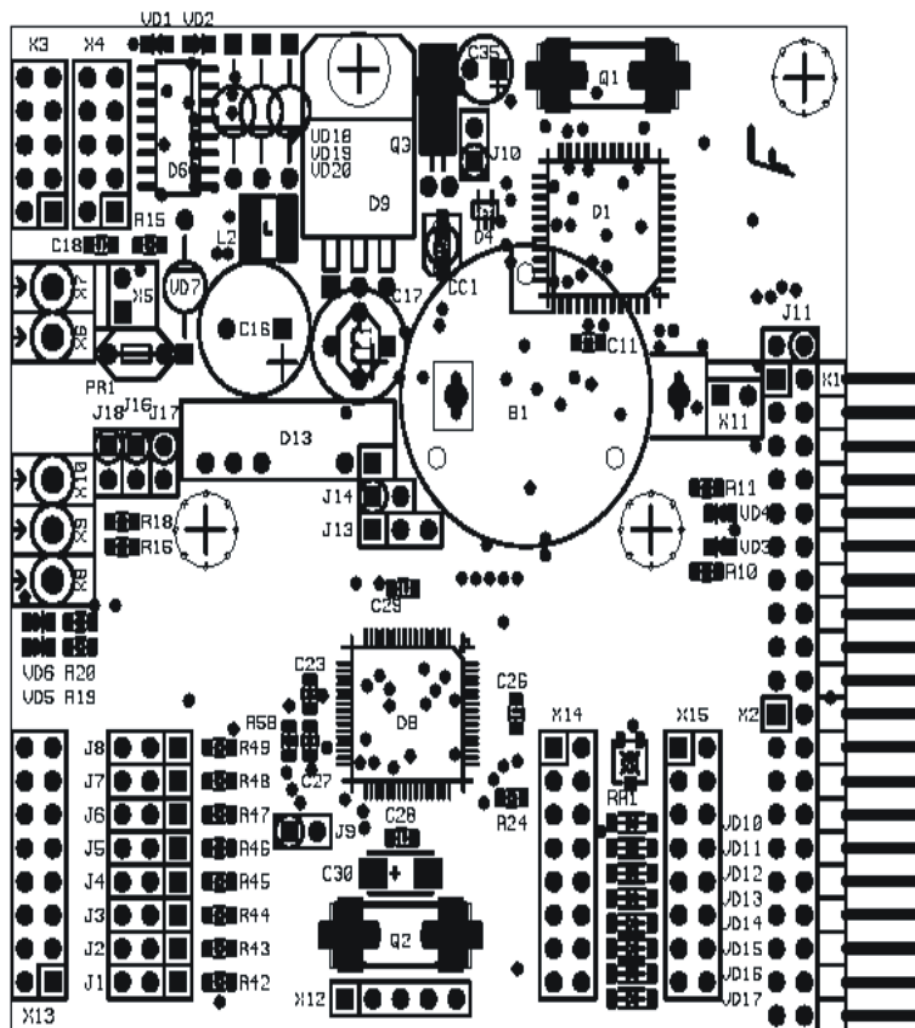


Рисунок 4.2 – Друкована плата контролеру збору і обробки інформації з верхнього боку.

4.3. Канали зв'язку з інтерфейсами

4.3.1. Радіомодем

Радіо модем TRIMMARK 3 –універсальний інструмент для передачі даних при високотчній GPS. Радіо модем TRIMMARK 3 розроблен для використання у різних умовах, може використовуватися як базовий і роверний модем, а також як ретранслятор, що визначає його максимальну

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р4	Арк.
						92
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

універсальність, надійність і ефективність. Для того, щоб забезпечити повну роботу спроможність на не великій та довгій відстанях, тривалість експлуатації акумулятора, і звести до мінімуму ризик інтерференції з іншими системами, TRIMMARK 3 підтримує три величини вихідної потужності 2, 10, і 25 Вт.

При оптимальних умовах, базовий радіо модем (25 Вт) виконує передачу даних на відстані до 15 км. Однак через різні перешкоди дальність дії модему може знижуватися до 10-12км. Тому один чи два додаткових модеми можуть скласти мережу з ретрансляторів для того, щоб розширити діапазон дії радіо передачі, звести до мінімуму пересування базової станції і забезпечити необхідні покриття навколо різних перешкод (наприклад високі будівлі). Дальність дії ретрансляторів з вихідною потужністю 2Вт звичайно 5-8 км. TRIMMARK 3 передає чи ретранслює дані при роботі з такими GPS приймачами як Trimble 4700, 4800 чи 5700, які також мають внутрішній радіо модем і використовуються як роверні приймачі. TRIMMARK 3 повністю сумісний з радіо модемом TRIMMARK Пе, і таким чином може бути використано як у нових, так і у старих комплектаціях обладнання.

Для того, щоб сконфігурувати радіо модем у офісі, треба використати утиліту WinFLASH, яка надходить разом із модемом. Установки послідовного порту модему можуть бути легко визначені відповідно з установками, які виставлені на GPS приймачі. За допомогою вбудованого каналового селектору, можливо сконфігурувати роботу кожної мережі на будь - якому з двадцяти запрограмованих каналах. Рознос каналів (12.5 чи 25 кГц) звичайно програмується виробником. Щоб знизити до мінімуму ризик інтерференції у достатньо щільному радіочастотному середовищі, можна використати вбудований динамік, за допомогою якого, можливо відслідкувати роботу на обраному каналі. За допомогою програмного забезпечення модем також може автоматично визначати інших користувачів на даному каналі перед передачею даних. Модем надходить, як окремий продукт, так і у базовому чи

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р4	Арк.
						93
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

ретрансляторному комплекті обладнання. TRIMMARK з трьома діапазонами частот відповідає вимогам ліцензування радіочастот у багатьох країнах миру.

Характеристики радіо модему TRIMMARK:

- Двадцять каналів;
- Водостійкість конструкції;
- Конфігурується через інтерфейс лицевої панелі, за допомогою контролера чи програмного забезпечення WinFLASH;

- Дальність передачі даних до 15 км;
- Працює, як базова станція, ретранслятор чи роверний приймач;
- Вихідна потужність 25 кВт;
- Програмує рознос каналів 25 кГц;
- Вбудований каналовий селектор;
- Підтримує два ретранслятора у одній мережі;
- Передача даних зі швидкістю 9600 бод/сек;
- Зберігання інформації о радіо діагностиці;
- Габарити 12.5 см x 22.9 см x 7.9 см;
- Вага 1,59 кг;
- Вхідна напруга - 12В постійного струму;
- Робоча температура - від -40 до +65⁰ С;
- Температура зберігання - від -55 до +75⁰ С;
- Вологість – 100% водостійкості;
- Формат радіо частотної модуляції – GMSK;
- Послідовний порт RS 232C;

4.3.2. Послідовний інтерфейс RS-485C

Інтерфейс RS-485 - один з найбільш розповсюджених стандартів фізичного рівню зв'язку. Фізичний рівень - це канал зв'язку і спосіб передачі сигналу (1 рівень моделі взаємозв'язку відкритих систем OSI). Мережа, побудована на ітерфейсі RS-485 і з'єднані за допомогою витії пари. В основі

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р4	Арк.
						94
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Інтерфейсу RS-485 лежить принцип диференціальної (балансної) передачі даних. Суть його складається у передачі одного сигналу по двом проводам. Причому по одному проводу (умовно А) йде оригінальний сигнал, а по другому (умовно В) - його інверсна копія. Якщо на одному проводі "1", то на другому "0" і навпаки. Таким чином, між двома проводами виті пари завжди є різниця потенціалів: при "1" вона позитивна, при "0" - негативна.

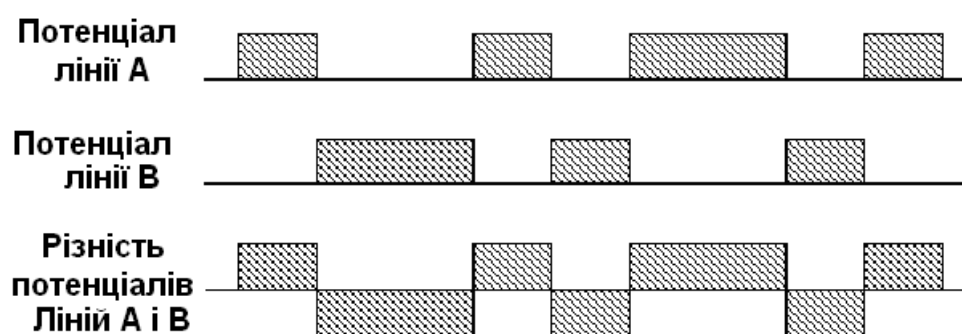


Рисунок 4.4. Принцип передачі даних в інтерфейсі RS-485

Саме цією різницею потенціалів і передається сигнал. Такий спосіб передачі забезпечує високу стійкість к синфазної перешкоді. Синфазною називають перешкоду, яка діє на обидва проводи лінії однаково. Якщо обидва провідни пролягають близько один до одного, та й ще перевити, то наводка на обидва проводи однакова. Потенціал в обох однаково навантажених проводах змінюється однаково, при цьому інформативна різниця потенціалів залишається без змін. Апаратна реалізація Інтерфейсу - мікросхеми прийомопередавачів з диференціальними входами/виходами (до лінії) і цифровими (до портів UART контролера). RS-485 – полу дуплексний

інтерфейс. Прийом і передача йдуть по одній парі проводів з розділенням по часу. В мережі може бути багато передавачів, так як вони можуть відключатися в режимі прийому.

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р4	Арк.
						95
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

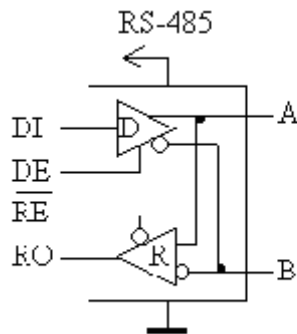


Рисунок 4.5. Схема електрична принципова RS-485

D (driver) - передавач;

R (receiver) - приймач;

DI (driver input) - цифровий вхід передавача;

RO (receiver output) - цифровий вихід приймача;

DE (driver enable) - дозволяння роботи передавача;

RE (receiver enable) - дозволяння роботи приймача;

A - прямий диференціальний вхід/вихід;

B - інверсний диференціальний вхід/вихід;

Цифровий вихід приймача (RO) підключається до порту приймача UART (RX). Цифровий вхід передавача (DI) до порту передавача UART (TX). Так як на диференціальній стороні приймача і передавача з'єднано і, то під час прийому треба відключати передавач, а під час передавання- приймач. Для цього існують керуючі входи - дозволяння приймача (RE) і дозволяння передавача (DE). Так як вхід RE інверсний, то його можливо з'єднати з DE і переключати приймач і передавач одним сигналом з будь-якого порту контролера. При рівні "0" - робота на прийом, при "1" - на передавання. Приймач, тримає на диференціальних входах (AB) різницю потенціалів (UAB) переводить їх у цифровий сигнал на виході RO. Чутливість приймача може бути різною, але гарантований пороговий діапазон розпізнавання сигналу виробники мікросхем прийомопередавачів пишуть у документації. Взагалі ці пороги складають ± 200 мВ. Тому, коли $UAB > +200$ мВ - приймач визначає

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р4	Арк.
						96
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

"1", коли $U_{AB} < -200$ мВ - приймач визначає "0". Якщо різниця потенціалів на лінії дуже мала, то не виходить за порогові значення - правильне розпізнавання сигналу не гарантується. Крім того, на лінії можливі не синфазні перешкоди, які викривляють слабкий сигнал. Усі пристрої підключаються до однієї вити пари однаково: прямі виходи (А) до одного проводу, інверсні (В) - до іншого. Вхідний опір приймача зі сторони лінії (R_{AB}) в загальні складає 12 КОм. Так як потужність передавача не безмежна, це утворює обмеження на кількість приймачів, підключених до лінії. По специфікації RS-485 з урахуванням узгоджуючих резисторів передавач може вести до 32 приймачів. Однак це ряд мікросхем з підвищеним вхідним опором, що дозволяє підключити до лінії значно більше 32 пристроїв. Максимальна швидкість зв'язку по специфікації RS-485 може досягнути 10 Мбод/сек. Максимальна відстань - 1200 м. Якщо необхідно організувати зв'язок на відстані більше 1200 м чи підключити більше пристроїв, ніж дозволяє здібність навантаження передавача - використовують спеціальні повторювачі (репітери).

Стандартні параметри інтерфейсу RS-485

- Допустиме число передавачів / приймачів - 32 / 32
- Максимальна довжина кабелю – 1200 м
- Максимальна швидкість зв'язку - 10 Мбіт/с
- Діапазон напруги "1" передавача - +1.5...+6 В
- Діапазон напруги "0" передавача - -1.5...-6 В
- Допустимий діапазон напруги приймача - -7...+12 В
- Пороговий діапазон чутливості приймача - ± 200 мВ
- Допустимий опір навантаження передавача - 54 Ом
- Вхідний опір приймача - 12 кОм

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р4	Арк.
						97
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

4.3.3. Послідовний інтерфейс RS-232C

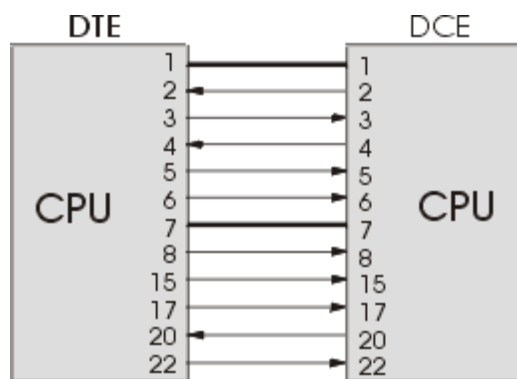


Рисунок 4.6 – Схема обміну даними між комп'ютерами через послідовний інтерфейс

Послідовний інтерфейс синхронної і асинхронної передачі даних, визначений стандартом EIA RS-232-C і рекомендаціями V.24 CCITT. Спочатку створювався для зв'язку комп'ютера з терміналом. У теперішньому часу використано у різних застосуваннях. Інтерфейс RS-232-C з'єднує два пристрою. Лінія передачі першого пристрою з'єднується з лінією прийому другого, і навпаки (повний дуплекс). Для керування з'єднано ними пристроями використовується програмне підтвердження (введення у потік переданих даних відповідних керуючих символів). Можлива організація апаратного підтвердження шляхом організації додаткових RS-232 ліній для забезпечення функцій визначення статусу і керування.

Інтерфейс RS-232C призначено для підключення до комп'ютера стандартних зовнішніх пристроїв (принтера, сканера, модему, миші), а також для зв'язку комп'ютерів між собою. Основними властивостями використання RS-232C по зрівнянню Centronics є можливість передачі на значно більші відстані і простий з'єднуючий кабель. Дані у RS-232C передаються у послідовному коді. Кожний байт обрамляється стартовим і стоповими бітами. Дані можуть передаватися як у одну, так і у іншу сторону (дуплексний режим). Комп'ютер має 25-контактний (DB25P) чи 9-контактний (DB9P) Рознімання

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р4	Арк.
						98
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

для підключення RS-232C. Призначення контактів Рознімання наведено у таблиці 4.10.

Таблиця 4.10 – Призначення контактів раз'ємів

Найменування	Напрямок	Опис	Контакт(25 контактний Рознімання)	Контакт(25 контактний Рознімання)
DCD	IN	Carrie Detect (Визначення несучої)	8	1
RXD	IN	Receive Data (Приймаємі дані)	3	2
TXD	OUT	Transmit Data (Передаваємі дані)	2	3
DTR	OUT	Data Terminal Ready (Готовність терміналу)	20	4
GND	-	System Ground (Корпус системи)	7	5
DSR	IN	Data Set Ready (Готовність даних)	6	6
RTS	OUT	Request to Send (Запит на відправку)	4	7
CTS	IN	Clear to Send (Готовність прийому)	5	8
RI	IN	Ring Indicator (Індикатор)	22	9

Призначення сигналів:

FG - захисне заземлення (екран).

TxD - дані, які передані комп'ютером у послідовному коді.

RxD - дані, що приймаються комп'ютером у послідовному коді.

RTS - сигнал запиту передачі. Активне під час усієї передачі.

CTS - сигнал скидання у (очистки) для передачі. Активне під час усієї передачі. Говорить о готовності приймача.

DSR - готовність даних. Використовується для завдання режиму модему.

SG - сигнальне заземлення, нульовий провід.

DCD - виявлення несучої даних.

DTR - готовність вихідних даних.

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р4	Арк.
						99
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

RI - індикатор запиту. Говорить о прийомі модемом сигналу запиту по телефонній мережі.

Найбільш часто використовується трьох- чи чотирьохпровідний зв'язок (Схема з'єднання для чотирьохпровідної лінії зв'язок показана на рис. 4.8).

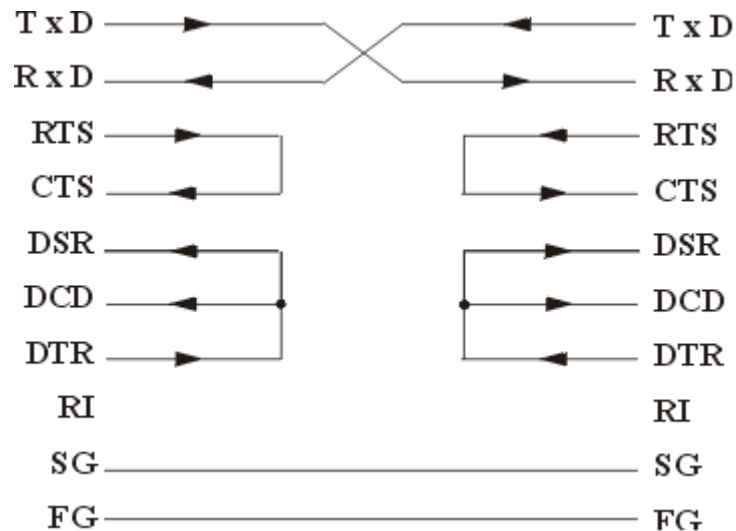


Рисунок 4.7 – Схема 4-провідної лінії зв'язку для RS-232C

Для двохпровідної лінії зв'язок у випадку тільки передачі з комп'ютера у зовнішній пристрій використовується сигнали SG і TxD. Усі 10 сигналів інтерфейсу діють тільки при з'єднанні комп'ютера з модемом. Формат даних, що передаються показано на рис. 4.9. Дані (5, 6, 7 чи 8 біт) супроводжуються стартовим бітом, бітом парності одним чи двома стоповими бітами. Отримав стартовий біт, приймач обирає з лінії біти даних через певні інтервали часу. Важливо, щоб тактові частоти приймача і передавача були однакові, допустиме розходження - не більше 10%). Швидкість передачі по RS-232C може обиратися з ряду: 110, 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200 біт/с.

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р4	Арк.
						100
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

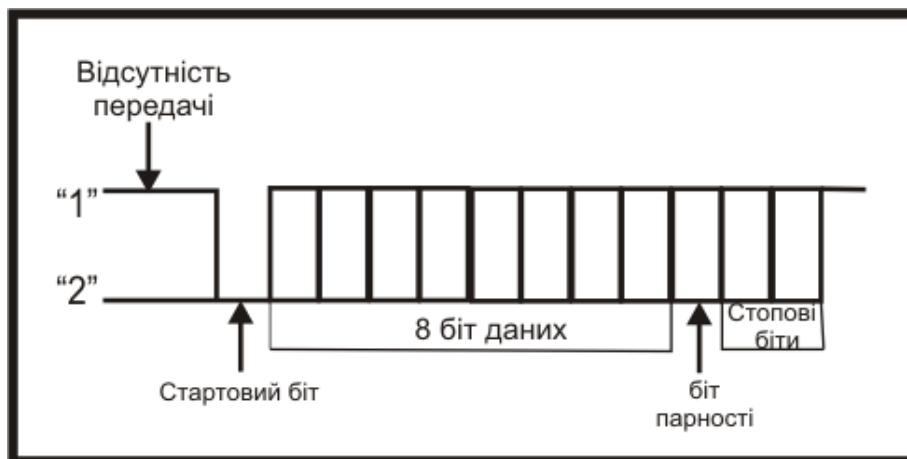


Рисунок 4.9 – Формат даних RS-232C

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р4	Арк.
						101
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р5			
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата				
Розробник		Кобець А.В.			Алгоритм функціонування та програмне забезпечення ПК у складі автоматизованої системи обліку та контролю газу	Літ.	Арк.	Аркушів
Консультант							102	
Н. контр.		Добрінова Л. П.				НУК імені адмірала Макарова		
Керівник		Жук О. К.						
Зав. каф.		Рябенський В. М.						

РОЗДІЛ 5. АЛГОРИТМ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПК У СКЛАДІ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ОБЛІКУ ТА КОНТРОЛЮ ГАЗУ

5.1. Розробка програмного забезпечення ПК

Основою розробки алгоритму функціонування програмного забезпечення КЕКОС є математичний апарат - реалізація розрахунку об'ємного витрачання газу, наведений у Розділі 3.

Алгоритм програми КЕКОС містить у собі розрахунки таких параметрів:

- Т-температура газу перед звужуючим пристроєм(діафрагмою) :
$$T:=273,15+t; \quad (5.1)$$

де t- температура газу перед звужуючим пристроєм, яка вводиться у початкових даних;

- Розрахунок абсолютного тиску:
$$P:=P_B+P_H; \quad (5.2)$$

де P_B – барометричний тиск, введений у початкових даних, P_H - надмірний тиск газу перед звужуючим пристроєм;

- Розрахунок комплексного коефіцієнту приведення надмітного тиску:

$$K_P:=26,1082/(26,831-P_{nom}); \quad (5.3)$$

де P_{nom} - густина природного газу, яка вводиться у початкових даних;

- Розрахунок комплексного коефіцієнту приведення температури:
$$K_T:=1,2864/(26,831-P_{nom}); \quad (5.4)$$

- Розрахунок псевдо приведенного надмірного тиску:
$$P_{H1}:=P_H*K_P; \quad (5.5)$$

- Розрахунок псевдо приведеної температури:
$$T_p:=K_T*(t+273,15)-273,15; \quad (5.6)$$

- Розрахунок допоміжної величини:

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р5	Арк.
						103
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

$$C:=Q_{\text{nom.pr}}/(0,2109 \cdot \sqrt{P_{\text{nom}} \cdot T \cdot K/P}); \quad (5.7)$$

де $Q_{\text{nom.pr}}$ – максимальне вимірююче витрачання при нормальних умовах, K -коефіцієнт стискаємості газу, обидва параметра вводяться у початкових даних;

- Розрахунок числа Рейнольдса при максимальному і мінімальному витрачаннях:

$$Re=0,0361 \cdot Q_{\text{nom.max}} \cdot P_{\text{nom}} / D_t \cdot M, \quad (5.8)$$

$$Re=0,0361 \cdot Q_{\text{nom.min}} \cdot P_{\text{nom}} / D_t \cdot M;$$

де D_t – внутрішній діаметр трубопроводу перед звужуючим пристроєм при температурі 20^0C , M – динамічна в'язкість, ці параметри вводяться у початкових даних;

- Розрахунок коефіцієнту розширення газу:

$$E:=1-(0,41+0,35\sqrt{S}) \cdot P_d / (P \cdot F); \quad (5.9)$$

$$S=0,15(\text{відносна площа діафрагми});$$

- Розрахунок коефіцієнту витрачання діафрагми:

$$K_d := \frac{1}{\sqrt{1-m^2}} \times \left| 0,5959 + 0,0312m^{1,05} - 0,1840m^4 + 0,0029m^{1,25} \left(\frac{10^6}{R_e} \right)^{0,75} \right| \times K_u K_n; \quad (5.10)$$

- Відносна площа звужуючого пристрою:

$$S1:=C/(E \cdot \sqrt{P_d})/K_d; \quad (5.11)$$

- Діаметр відверстя діафрагми при 20^0град.C :

$$D_{20}:=D \cdot \sqrt{S})/KT; \quad (5.11)$$

- Об'ємне витрачання газу:

$$Q_{\text{nom.pr}}=0,2109 \cdot K_d \cdot \sqrt{KT} \cdot E \cdot \sqrt{D_{20}} \cdot \sqrt{P \cdot P_d / (T \cdot K \cdot P_{\text{nom}}))} \quad (5.12)$$

Розрахунок звужуючого пристрою повинен проводитися згідно з вимогами РД 50-213-80.

Вхідними даними для розрахунку є:

- Густина газу при нормальних умовах;
- Динамічна в'язкість;

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р5	Арк.
						104
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

- Максимальне і мінімальне вимірююче витрачання при нормальних умовах;
- Барометричний тиск навколишнього повітря;
- Температура газу перед звужуючим пристроєм;
- Допустима втрата тиску на звужую чому пристрої;
- Внутрішній діаметр трубопроводу перед звужуючим пристроєм;
- Матеріал виготовлення газопроводу.

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р5	Арк.
						105
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

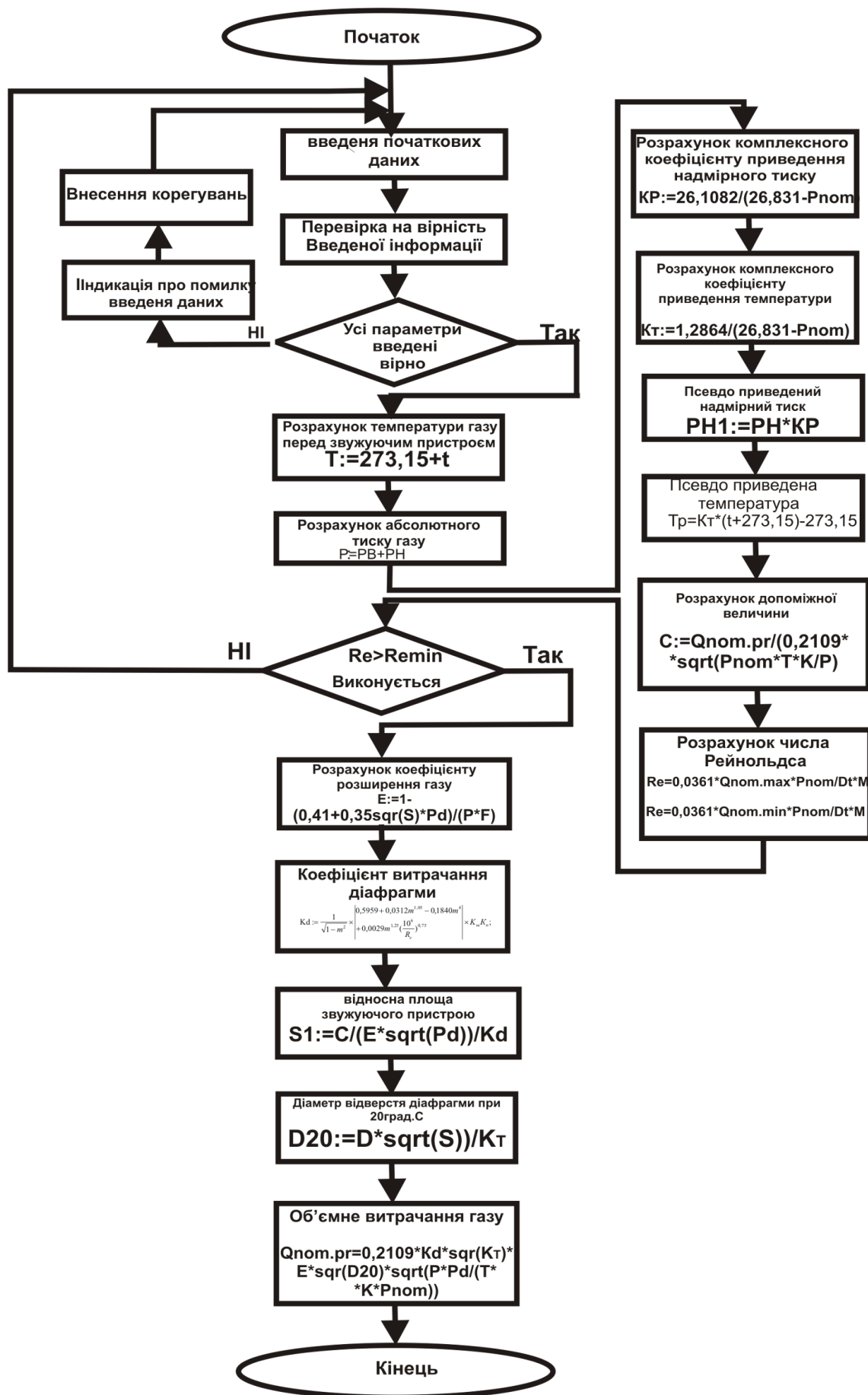


Рисунок 5.1 – Алгоритм функціонування програмного забезпечення КОС

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р5	Арк.
						106
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

5.2. Розробка програмного забезпечення ПК

var

I, IBeg, IFin: byte; Code: integer;

Bet, Bet4, Ec, Rd, Psi, Rk, L1, L2, Alfa, Qcb, ARe, RO, KCb, Qc, Vcv, Log:
real;

HsS: string[10];

label

1,3;

const

RocSubs: array[1..31] of real = (0.6682, 1.2601, 1.8641, 2.488,

2.4956, 3.147, 3.174, 3.898, 4.755,

5.812, 1.09, 1.1733, 1.776, 3.469,

4.294, 1.587, 2.045, 1.1649, 1.8393,

1.4311, 2.718, 0.787, 998.23,

1.33116, 1.20445, 0.16631, 0.8385,

1.6618, 0.08375, 0.716, 1.1649);

HsSubsl: array[1..31] of real = (37.12, 65.43, 93.85, 122.8, 123.6, 0.0,

0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 54.47, 59.04, 86.88,

0.0, 0.0, 0.0, 52.70, 11.77, 0.0, 23.61,

0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0,

11.88, 16.11, 0.0);

HsSubs2: array[1..31] of real = (33.43, 59.87, 86.37, 113.4, 114.1, 0.0,

0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 52.62, 55.34, 81.29,

0.0, 0.0, 0.0, 48.94, 11.77, 0.0, 21.75,

0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0,

10.04, 13.32, 0.0);

CalcTpNg = 'TpNg.exe'; CalcTpSubs = 'TpSubs.exe';

begin { QCalc }

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р5	Арк.
						107
Змн.	Арк.	№ документи	Підпис	Дата		

```

{Розрахунок фізичних властивостей середовища}
assign(Fl, 'IRD'); rewrite(Fl);
if NSubA[NNit] = 0 then begin
writeln(Fl, NMethKA[NNit]);
if NMethKA[NNit] >= 2 then begin
IBeg:= 1;
repeat
I Fin := IBeg + 3;
for I := IBeg to IFin do write(Fl, YR[I]:14,BL);
writeln(Fl);
IBeg := IFin + 1
until IBeg > 16;
end
else
writeln(Fl, Roc:14, Bl, Ya:14, Bl, Yy:14);
end
else
writeln(Fl, NSubA[NNit]);
writeln(Fl, P:14, Bl, T:14);
close(Fl);
TextColor(7);
gotoxy(19,9);
writeln('||');
gotoxy(19,10);
writeln('||');
gotoxy(19,11);

write('||');
TextColor(135);

```

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р5	Арк.
						108
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

```

write('ЖДИТЕ');
TextColor(7);
writeln('||');
gotoxy(19,12);
writeln('||');
gotoxy(19,13);
writeln('|виконується розрахунок|');
gotoxy(19,14);
writeln('||');
gotoxy(19,15);
writeln('||');
if NSubA[NNit] = 0 then begin
gotoxy(21,12);
swapvectors; exec(CalcTpNg, CalcTpNg); swapvectors;
TextColor(7);
gotoxy(19,9);
writeln('||');
gotoxy(19,10);
writeln('||');
gotoxy(19,11);
write('||');
TextColor(135);
write('ЖДИТЕ');
TextColor(7);
writeln('||');
gotoxy(19,12);
writeln('||');
gotoxy(19,13);
writeln('|виконується розрахунок|');

```

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р5	Арк.
						109
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

```

gotoxy(19,14);
writeln('||');
gotoxy(19,15);
writeln('||');
end
else begin
swapvectors; exec(CalcTpSubs, CalcTpSubs); swapvectors;
Roc := RocSubs[NSubA[NNit]]
end;
assign(Fl, 'IRD'): reset(R);
if (NSubA[NNit] = 0) and (NMethKA[NNit] >= 2) then
readln(Fl, Roc);
if NSubA[NNit] = 0 then begin
readln(Fl, Hs[1], Hs[2]);
for I := 1 to 2 do begin
Str(Hs[1]:10,HsS);Val(HsS,Hs[1],Code)
end;
end
else begin
Hs[1] := HsSubs1[NSubA[NNit]]; Hs[2] := HsSubs2[NSubA[NNit]]
end;
readln(Fl, Ro, Kappa, Mu);
close(Fl); erase(Fl);
if (NSubA[NNit] = 0) and (VarRoA[NNit] = 1) then Ro := Rot;

KZ := P * Roc * 293.15 / Ro / (T + 273.15) / 1.01325;
if NSubA[NNit] = 0 then str(Roc:6:4, RocStr);
{Розрахунок: 1) діаметру звужуючого пристрою і вимірюючого
трубопроводу при робочій температурі;

```

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р5	Арк.
						110
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

```

Dd := (1.0 + AlfaSU * (T - 20.0)) * Dd20;
Dt := (1.0 + AlfaT * (T - 20.0)) * Dt20;
Bet := Dd / Dt; Bet4 := sqr(Bet) * sqr(Bet);
Ec := 1.0/sqrt(1.0 - Bet4);
{Расчет коэффициента расширения}
Eps := 1.0;
if NSubA[NNit] <> 23 then begin
if NSuzA[NNit] = 0 then
Eps := 1.0 - (0.41 + 0.35 * Bet4) * Dp / P / Kappa;
if NSuzA[NNit] <> 0 then begin
Psi := 1.0 - Dp / P;
Eps := Kappa * r_(Psi, 2.0 / Kappa) / (Kappa - 1.0) *
(1.0 - Bet4) / (1.0 - Bet4 * r_(Psi, 2.0 / Kappa)) *
(1.0 - r_(Psi, (Kappa - 1.0) / Kappa)) / (1.0 - Psi);
Eps := sqrt(Eps)
end;
end;
{Розрахунок коефіцієнтів на шорсткість внутрішньої поверхні
вимірюючого трубопроводу без урахування числа Рейнольдса}
KSh := 1.0;
if(NSuzA[NNit] <= 2) and (RSh <> 0.0) then begin
ARe := 0.5; Rd := RSh / Dt; Log := Ln(Rd * 1.e4) / 2.3026;
ifNSuzA[NNit] = 0 then begin
if Log <= (1.0 / 10.0 / Bet4 + 8.0) / 14.0 then begin
R0 := 0.0; goto 1;
end;
R0 := 0.07 *Log - 0.04
end
else begin

```

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р5	Арк.
						111
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

```

if Log <= (1.0 / 10.0 / Bet4 + 5.0) / 9.0 then begin
R0:= 0.0; goto 1;
end;
R0 := 0.045 * Log - 0.025
end;
KSh := 1.0 + Bet4 * R0 * ARe
end;
1;;
{Розрахунок поправочного коефіцієнту на притуплення вхідної кромки
відверстя діафрагми}
Kk:= 1.0;
if (NSuzA[NNit] = 0) and (Dd20 < 125.0) then begin
ifTauP = 0.0 then Rk := Rn;
ifTauP = 1.0 then Rk := 0.0292 + 0.85 * Rn;
if(TauP <> 0.0) and (TauP <> 1.0) then
Rk := 0.195 - (0.195 - Rn) * (1.0 - Exp(-TauP / 3.0)) * 3.0 / TauP;
Kk := 1.0547 - 0.0575 * Exp(-149.0 * Rk / Dd) end;
{Розрахунок коефіцієнта істечіння при числі Рейнольдса}
if NSuzA[NNit] = 0 then begin
L1 := 0.0; L2 := 0.0;
if SodSuA[NNit] = 1 then begin
L1 :=25.4/Dt; L2 := L1;
if L1 >= 0.4333 then L1 := 0.039 else L1 := 0.09 * L1
end;
if SodSuA[NNit] = 2 then begin L1 := 0.039; L2 := 0.47 end;
Cb := 0.5959 + 0.0312 * r_(Bet, 2.1) - 0.184 sqr(Bet4) +
L1 * Bet4 / (1.0 - Bet4) - 0.0337 * L2 * r_(Bet, 3)
end;
if NSuzA[NNit] = 1 then Cb := 0.99 - 0.2262 * r_(Bet, 4.1);

```

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р5	Арк.
						112
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		


```

{ Для сопла Вентури  $C_b = C$ , так как  $K_{Re} = 1$  }
if NSuzA[NNit] = 2 then  $C_b := 0.9858 - 0.196 \cdot r_{\_}(Bet, 4.5)$ ;
{ Для труб Вентури  $C_b = C = \text{const}$ , так как  $K_{Re} = 1$  и  $Re > 2.e5$  }
case NSuzA[NNit] of
3:  $C_b = 0.984$ ;
4:  $C_b = 0.995$ ;
5:  $C_b = 0.985$  end;

{ Розрахунок коефіцієнта витрачання звужуючого пристрою при числі
Рейнольдса }
Alfa :=  $C_b \cdot E_e$ ;
 $Q_{cb} := 0.039986 \cdot Alfa \cdot K_{Sh} \cdot K_k \cdot Eps \cdot \sqrt{D_d} \cdot \sqrt{1.e3 \cdot D_p \cdot R_o} / R_{oc}$ ;
 $Re := 4.e6 \cdot Q_{cb} \cdot R_{oc} / 3.6 / 3.141592653 / \mu / D_t$ ;
{ Розрахунок витрачання і кількості середовища }
 $Q_c := Q_{cb} \cdot K_{Re} \cdot K_{Cb}$ ;  $V_{cv} := Q_c \cdot \tau_{Av}$ ;  $V_c := V_{cv}$ ;
if(NSubA[NNit] = 22) or (NSubA[NNit] = 23) then
 $V_m := V_{cv} \cdot R_{oc} / 1000.0$ ;
end; { QCalc }

function  $r_{\_}(A, R: \text{real})$ : real;
function  $r_{\_}$ ; begin  $r_{\_} := \exp(R \cdot \ln(A))$  end;
writeln('Qc');
end.

```

Висновки

У даному розділі було розроблено алгоритм обробки інформації програмним забезпеченням та програма для обліку і контролю газу, що передається по газопровіді.

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р5	Арк.
						113
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р6			
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата				
Розробник		Кобець А.В.			Охорона праці	Літ.	Арк.	Аркушів
Консультант		Тубальцев А. М.					114	
Н. контр.		Добрінова Л. П.				НУК імені адмірала Макарова		
Керівник		Жук О. К.						
Зав. каф.		Рябенський В. М.						

РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1. Аналіз шкідливих і небезпечних факторів, які впливають на людину при роботі за комп'ютером

Медичне обстеження працівників ОЦ показало, що тривале знаходження людини у зоні комбінованого впливу різних шкідливих факторів може призвести до професійного захворювання. Аналіз травматизму серед працівників ОЦ показує, що у багатьох випадках нещасні випадки виникають від впливу фізично - небезпечних виробничих факторів при заправці носія інформації на обертуючому барабані при знятому кожусі, при виконанні працівниками невластивих їм робіт. На другому місці випадки, пов'язані з впливом електричного струму.

Електричні установки, до яких відносять практично усе обладнання ПЕОМ, представляє для людини велику небезпеку, так як у процесі експлуатації чи проведення профілактичних робіт людина може торкнутися частин, які знаходяться під напругою. Специфічна небезпека електроустановок : струмоведучі провідники, корпуса стоек ПЕОМ, опинившись під напругою у результаті пробою ізоляції, не подають сигналів, які попереджають людину про небезпеку. Реакція людини на електричний струм виникає лише при течії останнього через тіло людини. Важливе значення для запобігання електро травматизму має правильна організація обслуговування діючих електроустановок ОЦ, проведення ремонтних, монтажних і профілактичних робіт. При цьому під правильною організацією розуміється жорстке виконання ряду організаційних і технічних засобів, встановленими діючими "Правилами технічної експлуатації електроустановок споживачів і правила техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів " (ПТЕ и ПТБ споживачів) і "Правила встановлення електроустановок " (ПВЕ). В залежності від категорії приміщення необхідно прийняти певні міри, які забезпечують достатню

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р6	Арк.
						115
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

електробезпеку при експлуатації і ремонті електрообладнання. Так, у приміщеннях з високою небезпекою електроінструменти, переносні освітлювачі повинні бути виконані із подвійною ізоляцією чи їх напруга живлення не повинна перевищувати 42 В. У ОЦ до таких приміщень можна віднести приміщення машинного залу, приміщення для розміщення сервісної і периферійної апаратури. У особливо небезпечних приміщеннях напруга живлення переносних освітлювачів не повинна перевищувати 12 В. Роботи без зняття напруги на струмоведучих частинах і поблизу них, роботи, проводимі на цих частинах чи при приближенні до них на відстань менше встановленого ПВЕ. До цих робіт можна віднести роботи по відладці окремих вузлів, блоків. При виконанні такого роду робіт у електро установках до 1000 В треба застосувати певні технічні і організаційні заходи, такі як : огороження розташованих поблизу робочого місця і інших струмоведучих частин, до яких можливо випадкове доторкання; робота з діелектричними перчатками чи стоячи на діелектричному килиму; використання інструменту з ізолюючими рукоятками, при відсутності такого інструмента слід користуватися діелектричними перчатками. У ОЦ разрядні струми статичної електрики частіше усієї виникають при дотику до любого з елементів ПЕОМ. Такі разряди небезпечності для людини не являють, але крім неприємних відчуттів вони можуть призвести до виходу зі строю ПЕОМ. Для зниження величини виникаючих зарядів статичної електрики у ОЦ покриття технологічних підлог необхідно виготовляти з однослойного полівінілхлорідного антистатичного ліноліума. Іншим видом захисту є нейтралізація заряду статичної електрики іонізуючим газом. Приміщення ОЦ, їх розміри (площа, об'єм) повинні у першу чергу відповідати кількості працюючих і комплекту технічних засобів, які там знаходяться. В них враховуються належні параметри температури, освітлення, чистоти повітря, забезпечують ізоляцію. Для забезпечення нормальних умов праці санітарні норми СН 245-71 встановлюють на одного працівника, об'єм приміщення не менше 15 м³, площа приміщення

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р6	Арк.
						116
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

огороженого стінами чи глухими перегородками не менше 4,5 м³. Основні приміщення ОЦ розташовані близько одне від одного. Вони обладнані загальнообмінною вентиляцією і штучним освітленням. До приміщення машинного залу і зберігання магнітних носіїв інформації існують особливі вимоги. Площа машинного залу повинна бути належною площею необхідних технічних умов даного типу ПЕОМ. Висота залу над технологічним полом до підвісної стелі повинна бути 3 м. Відстань між підвешною і основною стелями повинна бути 0,5 - 0,8 м. В ОЦ, як правило, використовують бокове природне освітлення. Робочі кімнати і кабінети повинні мати природне освітлення. У інших приміщеннях можливе штучне освітлення. У тих випадках, коли одного природного освітлення не вистачає, встановлюється сполучене освітлення. При цьому додаткове штучне освітлення використовується не тільки у темний, але і у світлий час. Раціональне кольорове оформлення приміщення направлено на покращення санітарно - гігієнічних умов праці. Окремості приміщення ОЦ має вплив на нервову систему людини, її настрій і якість праці. Основні виробничі приміщення цілеспрямовано окрасити в відповідності з кольором технічних засобів. Освітлення приміщення і обладнання повинно бути м'яким, без блиску.

У зв'язку з тим, що монітор знаходиться на близькій відстані, м'язи ока, які керують кристаликом знаходяться у постійній напрузі. Крім того, додаткова напруга очей створюється принципом роботи монітора, так як око приймає відображення світла від предметів, а монітор сам є джерелом світла. До цього додається мерехтіння (коли частота регенерації монітора менша 75 кадрів у секунду), дуже рідко мерехтіння ока, через усі ці наведені фактори і виникають хвороби очей, погіршення зору, втома очей і та інше.

Для роботи з комп'ютером використовують мишу і клавіатуру, однак ці пристрої вимушують людину робити багато одноманітних рухів, саме це, у додаток до постійної напруги м'язів руки, доводить до зацімлення нервів у каналі зап'ястя і в наслідок до болю у зап'ясті. Крім того, як і інші

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р6	Арк.
						117
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

електропристрої, миша та клавіатура випромінюють електромагнітні проміні, а відстань між джерелом випромінювання і об'єктом (рукою) мінімальна.

6.2. Розрахунок освітлення робочого приміщення

Розрахунок проводиться для загального освітлення приміщення, у якому працює оператор. Приміщення має довжину $A=8\text{м}$, ширину $B=7\text{м}$, висоту $H=3\text{м}$, бетонные побеленные стены с окнами, $U=220\text{ В}$, висота робочої поверхні h_p , світла робоча поверхня. Розрахунок буде проводитися для люмінісцентних ламп.

Визначаємо тип освітлювачів за методичкою [11]. Для громадських будівель найбільш розповсюджені освітлювачі з люмінесцентними лампами ЛПО01.

Знаходимо відстань від стелі до поверхні стола

$$H_0 = H - h_p = 3 - 1 = 2\text{м} \quad (6.1)$$

Знаходимо відстань від стелі до освітлювача

$$h_c = (0,2...0,25) * H_0 = 0,2 * 2 = 0,4\text{м} \quad (6.2)$$

Знаходимо висоту підвісу освітлювача над освітленою поверхнею

$$h = H_0 - h_c = 2 - 0,4 = 1,6\text{м} \quad (6.3)$$

Знаходимо висоту підвісу освітлювача над стелею

$$H_n = h + h_p = 1,6 + 1 = 2,6\text{м} \quad (6.4)$$

Для досягнення найбільш рівномірного освітлення приймаємо відношення:

$$L / h = 1,5\text{м} \quad (6.5)$$

L – відстань між центрами освітлювачів.

Тоді відстань між центрами освітлювачів

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р6	Арк.
						118
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

$$L=1,5 \cdot h=1,5 \cdot 1,6=2,4\text{м} \quad (6.6)$$

Знаходимо кількість освітлювачів

$$N = \frac{S}{L^2} = \frac{8 \cdot 7}{2.4^2} = 9,7 \quad (6.7)$$

Знаходимо кількість рядів

$$\frac{B}{L} = \frac{7}{2.4} = 2,9 \quad (6.8)$$

Одержуємо 3 ряди, тобто 2 відстані між освітлювачами. $2 \cdot L = 4,8 < 7$ - це менше ширини приміщення. Знаходимо кількість освітлювачів у ряді:

$$\frac{N}{\text{кільк. рядів}} = \frac{9,7}{2,9} = 3,34 \quad (6.9)$$

Приймаємо 9 освітлювачів з розміщенням 3*3.

Знаходимо відстань від стіни до центру освітлювачів

$$l_1=0,3 \cdot L=0,3 \cdot 2,4=0,72(\text{м}) \quad 2 \cdot l_1+2 \cdot L=2 \cdot 0,72+2 \cdot 2,4=6,24$$

$$l_2=0,5 \cdot L=0,5 \cdot 2,4=1,2(\text{м}) \quad 2 \cdot l_2+2 \cdot L=2 \cdot 0,96+2 \cdot 2,4=7,2$$

Знаходимо індекс приміщення

$$i = \frac{AB}{h(A+B)} = \frac{7 \cdot 8}{1,6 \cdot 15} = 2,33 \quad (6.10)$$

По Таблиці 26 знаходимо коефіцієнти відображення стелі, стін і робочої поверхні: $\rho_n = 50\%$, $\rho_c = 30\%$, $\rho_p = 10\%$, тоді по Таблиці 22, для освітлювача ЛПО коефіцієнт використання світлового потоку

$$\eta = \frac{57}{100} = 0.57$$

Знаходимо світловий потік однієї лампи

$$\Phi_p = \frac{E_{\min} S K_3 Z}{N \eta \pi} = \frac{300 \cdot 56 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{9 \cdot 0,57 \cdot 2} = 2701 \text{ лм} \quad (6.11)$$

де $K_3 = 1,5$ (по Таблиці 5), $Z = 1,1$ (для люмінісцентних ламп)

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р6	Арк.
						119
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

По знайденому світловому потоку по Таблиці 17 обираємо лампу ЛД-40
 $\Phi_{\text{л}}=2500$ лм.

При цьому фактичне освітлення

$$E_{\phi} = E_n \frac{\Phi_{\text{л}}}{\Phi_p} = 300 \cdot \frac{2500}{2701} = 278 \text{ лк} \quad (6.12)$$

Загальна потужність освітлювальної установки

$$P_{\text{л}}=40$$

$$P_{\text{з}} = P_{\text{л}} N \cdot n = 40 \cdot 9 \cdot 2 = 7,2 \text{ кВт} \quad (6.13)$$

Для забезпечення нормальних умов роботи, відповідно до нормативних вимог, необхідно використовувати 9 освітлювачів загальною потужністю 7,2 кВт для освітлення робочого приміщення.

6.3. Заходи щодо дотримання правил безпеки

Вимоги до організації робочого місця користувача ПЕОМ

Організація робочого місця користувача ПЕОМ повинна забезпечувати відповідність усіх елементів робочого місця та їх розташування відповідно ГОСТ 12.2.032 "ССБТ. Робоче місце при виконанні робіт сидячи

Площа одного робочого місця з персональною ЕОМ, повинна складати не менше 6 м², а об'єм - не менше 20 м³.

Робоче місце відносно світлових прорізів повинно розміщуватися так, щоб природне освітлення падало з боку.

При розміщенні робочих місць з персональними ЕОМ

необхідно виконувати такі вимоги:

1. робочі місця з персональними ЕОМ розташовуються на відстані не менше 1 м від стін з освітленими прорізами;
2. відстані між боковими поверхнями може бути не менше 1,2 м;
3. відстані між тильною поверхнею одного відеотермінала і екраном іншого не повинна бути менше 2,5 м;

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р6	Арк.
						120
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

4. прохід між рядами робочих місць може бути не менше 1м.

Вимоги цього пункта відносно відстані між боковими поверхнями відеотерміналів і відстані між тильною поверхнею одного відеотермінала і екраном іншого враховуються також при розміщенні робочих місць з відеотерміналами і персональними ЕОМ.

Організація робочого місця користувача ЕОМ повинна забезпечувати належність усіх елементів робочого місця і їх розташування відповідно ГОСТ 12.2.032-78 "ССБТ Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования

Конструкція робочого місця при роботі сидячі може забезпечувати підтримку оптимальної робочої пози з такими ергономічними характеристиками: стопи ніг - на підлозі чи на підставці для ніг; стегна - у горизонтальній плоскості; предпліччя - вертикально; локті - під кутом 70-90° до вертикальної плоскості; зап'ястя согнуті під кутом не більше 20° відносно горизонтальної плоскості.

Якщо користування персональною ЕОМ є основним видом діяльності, то вище вказане розташовується на основному робочому столі, як правило, з лівої сторони.

Висота робочої поверхні стола може бути у границях 680-

800 мм, а ширина - забезпечувати можливість виконання усіх робіт.

Рекомендовані розміри стола: висота -725 мм, ширина - 600-1400 мм. глибина -800-1000 мм.

Робочий стіл для відеотермінала, як правило, може бути обладнан підставкою для ніг шириною не менше 300 мм і глибиною не менше 400 мм, з можливістю регулювання по висоті у границях 150 мм і кута нахилу опорної поверхні - у границях 20°. Підставка повинна мати рифлену поверхню і бортик на передньому краю висотою 10 мм.

Робоче крісло користувача персональної ЕОМ повинно мати такі основні елементи: сидіння, спинку і стаціонарні підлокотніки. У

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р6	Арк.
						121
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

конструкцію сидіння можуть бути введені додаткові елементи, які не є обов'язковими: підголовник чи підставка для ніг.

Робоче сидіння користувача персональної ЕОМ повинно бути під'ємно-поворотним, таким, що регулюється по висоті, кутом нахилу сидіння і спинки, по відстані спинки до переднього краю сидіння, висотою підлокотників.

Ширина і глибина сидіння повинна бути не менше ніж 400 мм. Висота поверхні сидіння може регулюватися у границях 400-500 мм, а кут нахилу поверхні - від 15° вперед до 5° назад.

Поверхня сидіння може бути плоскою, передній край - закругленим. Висота спинки сидіння може становити 300 ± 20 мм, ширина - не менше 380 мм,

Відстань від спинки до переднього краю сидіння повинна регулюватися у границях 260-400 мм. Для зниження статичної напруги м'яз рук необхідно використовувати стаціонарні чи з'ємні підлокотники довжиною не менше 250 мм, шириною - 50-70 мм, які регулюються по висоті над сидінням у границях 230 ± 30 мм і по відстані між підлокотниками у границях 350-500 мм.

Поверхня сидіння, спинки чи підлокотників може бути полум'якою, з не наелектризованими, повітряно - непроницаємим покриттям і забезпечувати можливість чищення від бруду.

Екран і клавіатура повинні розташовуватися на оптимальній відстані від очей користувача, але не ближче 600 мм, з урахуванням розміру алфавітно - цифрових знаків і символів.

Розташування екрану може забезпечувати зручність зорового нагляду у вертикальній площині под кутом $\pm 30^\circ$ від лінії зору робітника.

Розміщення принтера на робочому місці може забезпечувати добру видимість екрану, зручність ручного керування пристроєм вводу-виводу інформації у зоні досяжності моторного поля: по висоті 900-1300 мм, по глибині 400-500 мм.

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р6	Арк.
						122
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

Під матричні принтери треба підкладати вібраційні килимки для зниження вібрації і шуму.

При необхідності високої концентрації уваги під час виконання роботи з високим рівнем напруги робоче місце з ПЕОМ необхідно відокремлювати одне від одного перегородками висотою 1,5-2 м.

Організація робочого місця при обслуговуванні і ремонті ПЕОМ повинна забезпечувати належність усіх елементів робочого місця і їх розташування ергономічним вимогам по ГОСТ 12.2.032-78 "ССБТ Робоче місце при виконанні робіт сидячі. Общие эргономические требования", характера и особенностей трудовой деятельности.

Площа робочого місця при обслуговуванні, ремонті та відладці ЕОМ може бути не менше 10 м², робочі місця повинні бути відокремлені одне від одного перегородками.

Робоче місце при обслуговуванні, ремонті та відладці ЕОМ повинно знаходитися на відстані не менше 1 м від пристроїв опалення.

Кришки робочих столів чи стендів повинні бути покриті токонепровідними матеріалами і не мати металевої обшивки.

Робоче місце при обслуговуванні, ремонті та відладці ЕОМ може бути обладнано пристроєм, який забезпечує збереження і розташування інструментів і матеріалів, які потрібні для виконання робіт, а також збору відходів виробництва.

Робоча поверхня столів, а також поверхня ящиків для збереження інструментів повинна бути вкрита гладеньким матеріалом, який легко може бути очищен.

Робочі місця при обслуговуванні, ремонті та відладці ЕОМ, на яких може проводитися пайка, зачистка ізоляції проводів опалюванням, крім того, повинні відповідати вимогам СП 952-72, чи робота на них може виконуватися з використанням електро інструмента.

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р6	Арк.
						123
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

Через недостатнє загальне освітлення робоче місце при обслуговуванні, ремонті і відладці ЕОМ повинно бути обладнано місцевим освітленням (стаціонарним чи переносним).

На робочому місці при обслуговуванні, ремонті і відладці ЕОМ повинні бути штепсельні гнізда і електророзетки для підключення електроінструмента на напругу 12 В і 36 В, підставки для паяльника з лотком.

Для підключення ЕОМ, обладнання для обслуговування, ремонту і відладки ЕОМ до електромережі на робочому столі чи стенді може бути змонтован у зручному і безпечному місці, яке закривається, електрощит з електроізоляційного матеріалу.

Над гнездами електрощитку може бути чітко вказано номінальна напруга, а

також надписи, які відповідають включеному та відключеному положенню комутаційних пристроїв .

Захисні засоби (діелектричні варежки, ізолюючі підставки, інструменти з ізолюючими ручками та інше) повинні матися на підприємстві у достатній кількості.

Ізолюючі засоби захисту необхідно зберігати у спеціально відведеному місці і періодично проводити їх випробування у встановлені строки.

6.4. Вимоги до безпеки праці під час експлуатації, обслуговування та ремонту ПК

Користувачі ЕОМ повинні слідкувати за тим, щоб ЕОМ, периферійні пристрої ЕОМ і обладнання для обслуговування, ремонту і відладки ЕОМ були справні і випробувані відповідно діючим нормативним документам.

Щодня перед началом роботи треба проводити очищення екрану від пилу та іншого бруду. Під час виконання робіт на ЕОМ необхідно дотримуватися режимів роботи і відпочинку відповідно з вимогами розділу 6. Після закінчення роботи персональна ЕОМ повинна бути відключена від

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р6	Арк.
						124
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

електричної мережі. У випадку виникнення аварійної ситуації необхідно раптово відключити ЕОМ від електричної мережі.

При використанні ЕОМ лазерних принтерів треба дотримуватися Санітарних норм і правил пристроя і експлуатації лазерів №5804-91, затверджених Міністерством здравоохорони ССРСР в 1991 г.

При необхідності, для захисту від електромагнітних, електростатичних та інших полей можуть використовуватися спеціальні технічні засоби, які мають відповідний сертифікат чи санітарно-гігієнічний висновок акредитованих органів відносно їх захисних властивостей.

Висновки

У даному розділі було розглянуто вплив шкідливих факторів, які виникають при роботі за комп'ютером, на людину. Було розглянуто санітарні норми, яких слід дотримуватися під час роботи за комп'ютером. Визначені вимоги до безпеки під час експлуатації і ремонту ЕОМ. Зроблено розрахунок освітлення робочого приміщення. Запропоновано заходи щодо усунення захворювання і травм під час роботи за комп'ютером.

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Р6	Арк.
						125
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У дипломному проекті за темою «Розробка контрольно-облікової системи для газорозподільної станції» був виконаний аналіз аналогів існуючих систем. Розроблена функціональна схема КЕКОС обліку і контролю газу.

Розроблено математичні співвідношення – математичні моделі, які використовуються в інтелектуальній частині розроблюваної системи.

Складений алгоритм роботи програмного забезпечення, розроблено печатну плату контролера збору і обробки інформації.

Виконано техніко-економічне обґрунтування розробки. Розглянуті питання цивільної оборони, охорони праці та охорони навколишнього середовища.

					172.4397ст3.БКР.ПЗ.Висновки	Арк.
						126
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гольцман В. А. Прилади контролю та автоматики теплових процесів, 1976. 240 с.
2. Гордюхін Ю. А. Камерні пристрої для встановлення та знімання вимірювальних діаграм, 1974. 304 с.
3. Вимірювання та облік витрати газу / В. А. Дінков, З. Т. Галіуллін, А. П. Подкопаєв, В. С. Кондратьєв, 1979. 304 с.
4. Каратаєв Р. Н., Копирін М. А. Витратоміри постійного перепаду тиску, 1980. 89с.
5. Кремлівський П. П. Термінологія та класифікація приладів для вимірювання витрат та кількості. - Вимір. техніка, 1968. 104с.
6. Кремлівський П. П. Вимірювання витрати та кількості рідини, газу та пари, 1980. 89с.
7. Кремлівський П. П. Витратоміри та лічильники кількості, 1975. 775с.
8. Лохматов В. М. Контрольно-вимірювальні прилади в газовому господарстві, 1979. 424с.
9. Мурін Г.А Теплотехнічні виміри, 1979. 424с.
10. Павловський А. Н. Вимірювання витрати та кількості рідин, газу та пари, 1967. 416с.
11. Панюшева З. Ф., Стопнер Е. Б. Технічний контроль газифікованих котелень, 1983. 216 с.
12. Плотніков В. М., Подрешетников В. А., Гончаров В. У. Засоби контролю та автоматизації об'єктів транспорту газу, 1985. 216с.
13. Правила вимірювання витрати газів та рідин стандартними пристроями, що звужують. РД 50-213-80. Видавництво стандартів, 1982. 318с.
14. Правила технічної експлуатації та вимоги безпеки праці в газовому господарстві РРФСР. М., Будвидав, 1984. 144с.

					172.4397.БКР.ПЗ.Джерела	Арк.
						127
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

15. Цейтлін В. Г. Техніка вимірювання витрати та кількості рідин, газів та парів. Видавництво стандартів, 1981. 191с.

					172.4397.БКР.ПЗ.Джерела	Арк.
						128
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		