

ВСП «ОХТИРСЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ СНАУ»

Дисципліна

«АВТОМАТИКА І ТЕЛЕМЕХАНІКА СИСТЕМ ГАЗОПОСТАЧАННЯ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ВИВЧЕННЯ КУРСУ
ТА КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ ДЛЯ СТУДЕНТІВ ЗАОЧНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ

Спеціальність 192 - «Будівництво та цивільна інженерія»

Укладач: Ігор ВОЛОШИН

2023

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Програма дисципліни «Автоматика і телемеханіка систем газопостачання» передбачає вивчення елементів автоматики, контрольно-вимірювальних приладів, систем цифрового автоматичного контролю, регулювання і керування процесами газопостачання і газовикористання. Програмний матеріал базується на знаннях, отриманих студентами із дисциплін: "Фізика", "Іноземна мова", "Інформатика", "Техніка користування ЕОМ", "Загальна електротехніка з основами електроніки", "Газові мережі та устаткування", "Газифіковані котельні агрегати" та ін.

Основою вивчення курсу є самостійна робота студентів з мережею **Internet**, джерелами в переліку літератури. Можлива наступна послідовність праці:

а) ознайомлення зі змістом теми і методичними вказівками до неї, вивчення теоретичного матеріалу, а при можливості практичне ознайомлення з обладнанням яке вивчається; б) перевірка набутих знань за питаннями для самоконтролю.

Увага! Надавати перевагу приладам і обладнанню вітчизняного виробництва з застосуванням мікроконтролерів, іншого цифрового обладнання. Крім того, такий підхід відповідає практичному виконанню концепції програми, прийнятої урядом, про імпортозаміщення.

Поряд з теоретичним вивченням, треба набути певних навичок практичної діяльності. Для цього в навчальному закладі виконують практичні та лабораторні роботи.

В результаті вивчення дисципліни студенти повинні **знати на рівні уяви:**

- основи теорії автоматичного регулювання і керування;
- принципи інформаційного та програмного забезпечення і основні технічні засоби автоматизованих систем керування технологічними процесами;
- умови роботи контрольно-вимірювальних приладів.

Повинні **знати на рівні розуміння:**

- будову і принцип дії основних елементів автоматики;
- структуру систем регулювання, контролю і сигналізації;
- принцип дії і особливості автоматизованих систем керування технологічними процесами в газовому господарстві;
- вплив контролю, регулювання і управління технологічними процесами на охорону навколишнього середовища, безпеку праці.

Повинні **вміти:**

- читати і складати прості схеми систем автоматичного контролю, регулювання, керування технологічними процесами і обладнанням;
- вибирати засоби автоматики для контролю, регулювання і керування процесами газопостачання і газовикористання;
- експлуатувати контрольно-вимірювальні прилади (КВП) і засоби автоматики.

Орієнтовний тематичний план вивчення дисципліни "Автоматика і телемеханіка систем газопостачання"

Назви тем	Кількість годин					
	Лекції	Практичні	Лабораторні	Аудиторні	Самостійно	Всього
1	2	3	4	5	6	7
Вступ.	2			2		2
Розділ 1 Загальні відомості про вимірювання та засобах вимірювання						
1.1 Вимірювальні перетворювачі та прилади.	2			2	2	4
Розділ 2 Прилади і методи вимірювань						
2.1 Вимірювання температури.	2	2		4	2	6
2.2 Вимірювання тиску і розрідження.	2		2	4	2	6
2.3 Вимірювання витрат і кількості рідини, пари, газу. Вимірювання кількості тепла.	2			2	4	6
2.4 Засоби вимірювання і сигналізації рівня рідини.	2			2	2	4
2.5 Визначення складу, фізичних властивостей та параметрів якості суміші вуглеводневих газів.	2			2	2	4
2.6 Засоби визначення складу газу, газові індикатори.	2	2		4		4
Розділ 3 Засоби вимірювальної техніки для контролю газопроводів						
3.1 Контроль якості стану металу труби, зварних з'єднань.					2	2
3.2 Визначення місця залягання газопроводу, контроль якості ізоляції та роботи електрохімічного захисту.	2	2		4		4
Розділ 4 Системи автоматичного регулювання і регулятори						
4.1 Основні поняття і визначення теорії автоматичного регулювання.	2			2	2	4
4.2 Системи автоматичного регулювання, сигналізації, захисту і блокування.	2			2		2
4.3 Регулюючі органи та виконавчі механізми систем автоматики.	2	2		4	2	6
4.4 Контроль і регулювання тиску в системах газопостачання	2		2	4		4
4.5 Засоби автоматики об'єктів зберігання та розподілу газу.	2			2		2
Розділ 5 Основи проектування схем автоматики						
5.1 Принципи побудови схем автоматики.	2	2		4	2	6

1	2	3	4	5	6	7
Розділ 6 Засоби автоматики газового господарства						
6.1 Автоматика газових плит.					2	2
6.2 Автоматика проточних водонагрівачів.					2	2
6.3 Автоматика газових опалювальних побутових апаратів	2		2	4	2	6
6.4 Автоматика газових інфрачервоних опалювальних апаратів.					2	2
Розділ 7 Цифрові засоби контролю та керування технологічними процесами						
7.1 Технічна реалізація цифрових систем автоматичного регулювання.	2			2	2	4
7.2 Вимірювальні перетворювачі із цифровим представленням значення технологічного параметру.	2			2	2	4
7.3 Виконавчі пристрої з вбудованим мікроконтролером.	2			2		2
7.4 Цифрові системи автоматики котельних агрегатів.	2			2	2	4
7.5 Автоматика парового котлоагрегату.	2			2	2	4
7.6 Автоматика водяного котлоагрегату.		2		2	2	4
Розділ 8 Системи контролю і керування об'єктами та системами газопостачання						
8.1 Методи і засоби передачі та прийому інформації для керування, контролю на відстані за технологічними об'єктами та системами.	2			2		2
8.2 Диспетчерське керування, та збір даних.	2			2	2	4
8.3 Автоматизовані системи контролю та керування.	2			2		2
Всього	48	12	6	66	42	108

ВСТУП

Мета і завдання дисципліни "Автоматика і телемеханіка систем газопостачання". План вивчення. Правова основа та нормативна база дисципліни. Організація державного контролю за раціональним використанням газу. Стан та перспективи впровадження цифрових технологій для забезпечення інформативності, безпечної експлуатації, підвищення техніко-економічних показників роботи газового обладнання, культури праці та поліпшення екології оточуючого середовища (на прикладах). Поняття про аналогові та цифрові прилади і засоби систем автоматики. Поняття про мікроконтролери.

 **Література:** [1]. Мережа **Internet:** www.esco-ecosys.narod.ru

§ Методичні вказівки, теоретичні відомості §

Існують дві форми вимірювальної інформації - *аналогова* і *цифрова*. Аналогова інформація може бути безперервною і дискретною.

Форма вимірювальної інформації визначається видом коду, використаного для її відображення. Розрізняють аналогові і цифрові коди. В аналоговому коді значення величини або інформативного параметра вимірювального сигналу відображається певним фізичним аналогом (наприклад, якою зміною електричного струму у міліамперах). Після операцій дискретизації і квантування безперервного сигналу вимірювальна інформація, яку він містить, ще залишається аналоговою, а цифровою стає тільки внаслідок цифрового кодування (величина електричного струму «перетворилася у цифровий код», який несе інформацію про зміну величини електричного струму).

Форма подання вимірювальної інформації засобами вимірювань є основною ознакою їх поділу на аналогові і цифрові. *Цифровими засобами* вимірювань називають такі, в яких операції квантування і цифрового кодування відбуваються автоматично.

В світі завершується перехід на повністю цифрові системи контролю і керування технологічними процесами заснованими на технологіях FOUNDATION Fieldbus, HART та ін. Ці технології підтримуються 125 світовими виробниками засобів автоматизації.



Мал.1- Спрощена схема системи контролю і керування технологічними процесами.

Найважливішою складовою частиною сучасних засобів цифрової автоматизації Мал.1↑, є мікропроцесорні контролери (МПК). Їх застосування дозволяє:

- **здійснювати** найбільш досконалі алгоритми керування, які можна швидко перенастроювати програмним шляхом при зміні динамічних параметрів об'єкта керування;

- **враховувати** при керуванні не тільки теперішній стан об'єкта керування, а також його передісторію завдяки наявності пам'яті МПК;
- **розраховувати** в автоматичному режимі оптимальну структуру та параметри настроювання цифрових регуляторів при зміні динамічних параметрів об'єкта керування;
- **обчислювати** значення вихідних керованих параметрів технологічних процесів за їх математичними моделями в разі відсутності необхідних первинних (ПП) та передавальних (ПрП) перетворювачів; компенсувати програмним шляхом недоліки ПП та ПрП (нелінійності їх характеристик, зони нечутливості та зсув нульової позначки);
- **вводити** в закон керування дискретного регулятора рідкі (за часом) вимірювання важко вимірюваних параметрів, тощо.

! Важливо !

Розрізняти дві форми представлення інформації - **аналогову** і **цифрову**. Цифрова технологія забезпечує максимальну точність і широкий діапазон вимірювань. Розуміти необхідність здійснення автоматизації систем газопостачання і газовикористання виключно на основі цифрових технологій.

↑ Питання для самоконтролю ↓

1. Місце цифрових технологій у вирішенні питання енергозбереження?
2. Переваги цифрових засобів автоматизації над аналоговими?
3. Заходи Державного контролю за раціональним використанням газу.
4. Як Ви розумієте термін мікропроцесорний контролер?

Розділ 1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ВИМІРЮВАННЯ ТА ЗАСОБАХ ВИМІРЮВАНЬ

1.1 Вимірювальні перетворювачі та прилади.

Поняття про вимірювання. Держреєстр засобів вимірювальної техніки України. Види вимірювань прямий, непрямий, сукупний. Характеристики вимірювань, показники якості. Засоби вимірювальної техніки. Вимірювальні первинні перетворювачі. Вторинні прилади. Приведення вихідних сигналів первинних перетворювачів (електричних та ін.) до стандартних числових значень. Вимірювальні прилади: аналогові та цифрові. Кодовий засіб представлення результатів вимірювань (аналого-цифровий перетворювач). Вихідні сигнали стандартів RS-485, RS-232, HART та ін. Адаптери зв'язку (наприклад, КА485-2). Вимірювальна система. Зразкові засоби вимірювальної техніки. Повірка засобів. Класи точності засобів вимірювальної техніки. Обробка результатів вимірювань: визначення абсолютної і відносної похибок. Запам'ятовуючі пристрої накопичувачів технологічної інформації.

 **Література:** [11]. Мережа **Internet:** www.ateku.org.ua/members/epm-ukr.html

§ Методичні вказівки, теоретичні відомості §

Вивчення цього матеріалу має мету ознайомлення з основними методами вимірювань, класифікації засобів вимірювань їх технічними та метрологічними характеристиками, принципами уніфікації і системою державних повірок засобів вимірювань. Сучасні засоби вимірювань практично всі уніфіковані і реалізовані в Державному реєстрі засобів вимірювальної техніки, допущених для застосування на

Україні. При здійсненні вимірювань прийнято використовувати різні міри, прилади, перетворювачі. Класи точності для технічних засобів вимірювання: 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0 (чим менша цифра, тим точніші вимірювання приладом). Якими б методами і технічними засобами не проводились вимірювання любых фізичних величин, на виході вимірювальної системи яка працює з системою автоматики прагнуть отримати стандартне значення сигналу.

Поняття: Сенсор, або первинний перетворювач технологічного параметру - пристрій який безпосередньо контактує з середовищем, на яке здійснює вплив система автоматичного регулювання. Припустимо, сенсор при нагріванні води від 0 °С до +85 °С змінить свій електричний опір від 50 Ом ...до 55,8 Ом відповідно.

Сенсор приєднано до нормуючого перетворювача, який цю зміну електричного опору в Омах перетворить в зміну електричного струму в межах 4...20 міліампер на своєму виході.

При проведенні зовсім іншого вимірювання, наприклад тиску від 0 кгс\см² до 10 кілограмсила\см² з використанням зовсім іншого сенсора, на виході нормуючого перетворювача повинен бути сигнал (стандартний) також 4...20 міліАмпер. Можливі інші стандарти: 0...5 мА, або 0 ...20 мА.

Замість зміни струму 4...20 мА на виході нормуючого перетворювача можна передбачити зміну цифрового коду, який буде нести інформацію про числове значення температури (використовується аналого-цифровий перетворювач АЦП).

Тобто: [вода в системі опалення будинку, від +1 °С до +85 °С, діє на сенсор] → [сенсор, це наприклад термометр опору, змінює електричний опір на своєму виході від 50,2 Ом ...до 55,8 Ом] → [нормуючий перетворювач перетворює зміну опору в зміну струмового (аналогового) сигналу на своєму виході від 4..до..20 міліАмпер → а, аналого-цифровий перетворювач перетворить зміну струму у послідовний цифровий код в стандарті, наприклад RS-485] → далі, цифровий код який несе інформацію про зміну температури, по проводам подають в систему автоматичного регулювання температури (вторинний прилад).

Стандарт RS-485 - передавання даних по двопроводному багатоточковому послідовному каналу зв'язку є основою для обміну інформацією між пристроями систем автоматики.

В стандарті RS-485 для передавання та прийому даних використовується 1 пара проводів з металевим захисним екраном. Якщо, по одному проводу проходить логічна одиниця "1", то по другому завжди логічний нуль "0" і навпаки. Таким чином, між провідниками пари проводів завжди є різниця потенціалів: при "1" вона плюс, при "0" - мінус. Стандарт RS-485 розповсюджується тільки на електричні характеристики сигналу (не на програмну платформу).

Сигнал вимірювальної інформації відповідає HART-протоколу – по двохпроводній лінії одночасно передаються: аналоговий сигнал 4-20 міліАмпер і його цифровий аналог. По цій же парі проводів подається електроживлення до приладу (наприклад, до вимірювального перетворювача).

! Важливо !

Розуміти потребу уніфікації вихідних сигналів вимірювальних пристроїв (нормуючі перетворювачі). Треба засвоїти основні відомості про точність і похибки вимірювання, практично визначати абсолютну та відносну похибки вимірювань.

Припустимо, вимірюють тиск газу звичайним пружинним манометром МП4-У. Максимальний тиск на який розрахований манометр, 6 кгс/см² (це значення

написано на шкалі манометра). Стрілка манометра показує на число 2 кгс/см^2 . Клас точності манометра **1,5** (це число приведено внизу на шкалі манометра). Визначити абсолютну і відносну похибки вимірювання.



Абсолютна похибка вимірювання (не приладу),

$$\Delta P = \frac{\pm 1,5\% \times 6 \text{ кгс/см}^2}{100\%} = \pm 0,09 \text{ кгс/см}^2$$

Тобто, робиться висновок, що дійсне значення тиску знаходиться в межах $2 \text{ кгс/см}^2 \pm 0,09 \text{ кгс/см}^2$.

Відносна похибка, χ вимірювання показує, яку частину виміряної величини складає абсолютна похибка вимірювання (χ - характеризує якість вимірювання)

$$\chi = \frac{0,09 \text{ кгс/см}^2 \times 100\%}{(2 \text{ кгс/см}^2 \pm 0,09 \text{ кгс/см}^2)} = (4,31\% \div 4,71\%)$$



Звернути увагу на необхідність і строки проведення перевірок засобів вимірювальної техніки (манометрів, термометрів, промислових і побутових лічильників газу і т.п.).

← Мал. 1 - Манометри: аналоговий (вгорі) і цифровий. Манометр цифровий ДМ5002; клас точності 0,25; $I_{\text{виходу}} = 4 \dots 20$ міліАмпер, RS232, RS485 (зразковий, сигналізуючий).

↑ Питання для самоконтролю ↓

1. Навіщо створено Держреєстр засобів вимірювальної техніки України?
2. Дайте визначення поняттю первинний перетворювач технологічного параметру (сенсор).
3. Дайте визначення поняттю вторинний прилад вимірювальної системи.
4. Навіщо потрібен нормуючий перетворювач сигналу сенсора?
5. Чим відрізняються аналогові вимірювальні прилади від цифрових?

Розділ 2 ПРИЛАДИ І МЕТОДИ ВИМІРЮВАНЬ

2.1 Вимірювання температури.

Поняття про температуру. Одиниці вимірювання, співвідношення. Прилади і методи вимірювання температури, класифікація: рідинно-скляні, рідинно-скляні ртутні електроконтактні, біметалеві, дилатометричні, манометричні, безконтактні засоби вимірювання: оптичні та радіаційні. Первинні вимірювальні перетворювачі (сенсори) температури: термоелектричні, електричного опору - мідні, платинові, нікелеві, напівпровідникові, інтегральні (виконані за мікроелектронною технологією). Конструкція, типи. Фізичні процеси покладені в основу роботи сенсорів

t°. Електричні схеми включення первинних перетворювачів. Діапазон температур, похибки, інші технічні характеристики. Номенклатура, застосування, вибір приладів, монтаж, обслуговування. Сенсори оптичні.

Практичне заняття № 1

Вивчення практичного застосування термометрів та первинних вимірювальних перетворювачів температури.

 **Література:**[11]. **Internet:** www.thermo.lviv.ua; www.sensor.dp.ua/?catalog&dep=515

§ Методичні вказівки, теоретичні відомості §

Кожне тіло випускає електромагнітне випромінювання при температурі вище абсолютного нуля (0° по Кельвіну = мінус $273,15^{\circ}\text{C}$). Основна одиниця вимірювання температури – градус Кельвіна, $^{\circ}\text{K}$. Температура характеризує ступінь нагрітості речовини і визначається як параметр її теплового стану. Залежно від фізичних властивостей прилади для вимірювання t° **класифікуються:**

- термометри розширення;
- манометричні;
- з використанням сенсора термоперетворювач опору;
- з використанням сенсора термоелектричного перетворювача;
- пірометри;
- тепловізори.

Термометри розширення. Принцип дії засновано на зміні об'єму, або лінійних розмірів тіл під дією t° бувають:

- рідинні, наприклад ртутний термометр технічний типу ТТ. Діапазон t° від мінус 35°C до $+650^{\circ}\text{C}$. Похибка $\pm$ **одна** поділка шкали (звичайний ртутний медичний термометр має похибку $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$);
- механічні, принцип дії яких засновано на відносному подовженні двох тіл які мають різні коефіцієнти лінійного подовження. Механічні в свою чергу діляться на дилатометричні та біметалеві.

В дилатометричних стержнях в трубці подовжується у розмірах при підвищенні t° , подовження стержня може впливати, наприклад на регулювальний клапан.

Біметалевий складається з накладених пластин з різним коефіцієнтом лінійного розширення, α . При підвищенні t° пластини будуть гнутися у сторону пластини з меншим α . Діапазон температур мінус 60°C ... $+450^{\circ}\text{C}$, похибка, 1-5%.

Манометричні термометри. Принцип дії засновано на залежності між температурою і тиском робочої речовини, розташованої у замкненій системі постійного об'єму. Фактично це «манометр переградуваний у градуси Цельсія». Залежно від робочої речовини бувають: газові (азот, діапазон t° від мінус 60°C ... $+600^{\circ}\text{C}$); рідинні (керосин, діапазон t° від мінус 60°C ... $+300^{\circ}\text{C}$); паро рідинні (ацетон). Похибка 1-3%.

З використанням сенсора термоперетворювач опору. Принцип дії засновано на залежності електричного опору в Омах провідників і напівпровідників від температури, t° . Комплект для вимірювання складається: термометр опору (сенсор) + мідні з'єднувальні проводи + цифровий вторинний прилад, наприклад цифровий автоматичний міст (контролер). Наприклад, з сенсором ТОП (термометр опору платиновий), t° мінус 200°C ... $+650^{\circ}\text{C}$. Передача показів до 200 м. похибка, 0,6...1%.

В залежності від величини початкового електричного опору в Омах при 0°C їх розподіляють за градуюваннями: мідні Гр 50М або Гр 100М. Платинові: Гр10П, Гр50П, Гр100П. Цифри означають електричний опір в Омах при нуль градусів за Цельсієм.

Напівпровідникові терморезистори. Також перетворюють значення температури в зміну електричного опору в Омах. Діють в межах мінус 50°C ...+ 150°C.

З використанням сенсора термоелектричного перетворювача. Буває їх називають термопарами. Принцип дії засновано на термоелектричному ефекті, сенс якого у тому, що при нагріванні точки спаювання 2-х проводів, обов'язково з різних металів, на вільних кінцях виникає електрична термоелектрорушійна сила, одиниця виміру якої - міліВольт (мВ). Найбільш розповсюджені: ТПП, t° мінус 20°C ...+1300°C; ТХА, t° мінус 50°C ...+1000°C; ТХК. В комплект для вимірювання входять: сенсор (термопара) + калібровані проводи + цифровий вторинний прилад (наприклад, цифровий потенціометр).

Пірометри (інфрачервоні термометри). Ці компактні прилади міряють числове значення температури без безпосереднього контакту з об'єктом на відстані 1...30 метрів, діапазон t° від мінус 50°C...+ 3000°C. Як правило мають лазерний вказівник прицілювання.

Тепловізор. Цифровий оптико-електронний прилад, для безконтактного вимірювання і фіксації розподілу температури всієї поверхні об'єкту (наприклад оцінка теплових втрат будинку!). Принцип дії такого приладу полягає у здатності проводити термодіагностику непрозорих тіл по випромінюванню. Іншими словами, вимірюється потужність теплового випромінювання окремого об'єкта.

! Важливо !

Знати фізичні процеси покладені в основу роботи основних вимірювачів температури. Електричні перетворювачі температури (сенсори) використовуються виключно з вторинними приладами. Зверніть увагу на особливості з'єднання сенсорів температури з вторинними приладами. Знати основні міркування що до вибору приладів для вимірювання температури. Знати конструкцію приладів вимірювання температури, основні технічні характеристики, використання у газовому господарстві. Ознайомитися з електроконтактними термометрами, як простими регуляторами температури (наприклад, типу ТПГ-СК).

▲ Питання для самоконтролю ▼

1. Які прилади вимірювання t° використовуються на підприємстві де Ви працюєте?
2. Склад вимірювального комплексу з термометром опору?
3. Склад вимірювального комплексу з термопарою?
4. Яким чином можна знизити похибки при вимірюванні температури?
5. Призначення тепловізорів?

2.2 Вимірювання тиску і розрідження.

Поняття про тиск і розрідження, види тисків. Одиниці вимірювання тиску, співвідношення. Прилади і методи вимірювання тиску, класифікація. Пружинні манометри, рідинні манометри, тягонапороміри, мікроманометри, вантажно-поршньові, мембранні, диференційні манометри. Електроконтактні манометри. Первинні вимірювальні перетворювачі тиску (сенсори): тензометричні

(п'єзореzystивні), ємістні, кремне-полімерні. Конструкція, типи. Фізичні процеси покладені в основу роботи. Діапазон тисків, похибки та інші технічні характеристики. Застосування, вибір приладів, монтаж, обслуговування.

✂ Лабораторне заняття 1

Монтаж електроконтактного манометра на трубопроводі і настроювання меж спрацювання.



Література: [11]. Мережа **Internet:** <http://www.manometr-kharkov.com>; http://rosma.spb.ru/#catalog/manometers/s_elektrokontaktnoy_pristavkoy

§ Методичні вказівки, теоретичні відомості §

$$\text{Тиск} = \frac{H}{\text{м}^2} = \frac{\text{Ньютон}}{\text{м}^2} \qquad P = \frac{F}{S} = \frac{\text{Сила}_\text{яка}_\text{діє}_\text{на}_\text{площу}}{\text{площа}}$$

Розрізняють наступні види тисків:

Атмосферний (барометричний), P_B ; Надлишковий, P_H ; Абсолютний, P_A ;

Вакууметричний, P_V . Між ними зв'язок: $P_A = P_B + P_H$; $P_V = P_B - P_A$.

Основна одиниця вимірювання, Паскаль. $\text{Паскаль} = \frac{\text{Ньтон}}{\text{метр}_\text{квадратний}} = \frac{H}{\text{м}^2}$

Основні співвідношення між одиницями тиску, застосовувані для технічних потреб:

1 кілоПа = 1000 Паскаль ;

1 кПа = 100 мм. водного. стовпчика;

1 МегаПаскаль = 10^6 Паскаль;

1 $\frac{\text{кілограмсила}}{\text{см}^2} = \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} = 10^4$ мм. вод. ст.;

1 $\frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} = 10^5$ Паскаль = 100 кілоПаскаль;

1 $\frac{\text{кгс}}{\text{м}^2} = 1$ мм водного стовпчика;

1 МегаПаскаль = $10 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}$; 1 бар = $1,02 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}$; 1 мм. ртутного. ст. = 13,6 мм вод. ст.

Прилади для виміру тиску класифікують. За призначенням: Манометри; Вакуметри; Мановакуметри; Напороміри; Тягонапороміри; Барометри; Диференційні манометри (дифманометри).

За принципом дії: Рідинні; Деформаційні; Вантажноршньові; Електричні.

Рідинні манометри. Принцип дії заснований на зрівноважуванні вимірюваного тиску вагою стовпа рідини певної висоти.

До приладів цього виду відносяться: U-подібний манометр; Чашкові манометри.

Тиск, максимум $2 \frac{\text{кгс}}{\text{м}^2}$. Ними зазвичай вимірюють тиск газу (низького тиску), повітря.

Це прості і точні прилади. Для врівноваження рідини використовують ртуть або воду.

Деформаційні манометри. Принцип дії засновано на врівноваженні вимірюємого тиску силами пружної деформації чутливих елементів. Чутливим елементом може бути: Одновиткова пружина; Мембрана; Сильфони.

Пружинні манометри. Чутливий елемент, який приймає тиск – трубка овального перерізу зігнута по дузі. Під дією тиску вимірювання всередині трубки, вона намагається змінити свою форму. Заглушений кінець трубки відхиляється і приводе у дію стрілку манометра. Межі вимірювань показуючи манометрів $0,25 \dots 4000 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}$.

Межі вакуумметрів: $0 \dots \text{мінус } 1 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}$.

Електроконтактні манометри. Мають на шкалі Двоє рухомих контактів, положення яких встановлюють вручну викруткою. Використовують для сигналізації мінімального і максимального значень контролюємого тиску. Наприклад, для керування двигуном повітряного компресора. Перший контакт включає двигун по мінімальному заданому значенню тиску. Другий контакт вимикає двигун по максимальному заданому числового значення тиску.

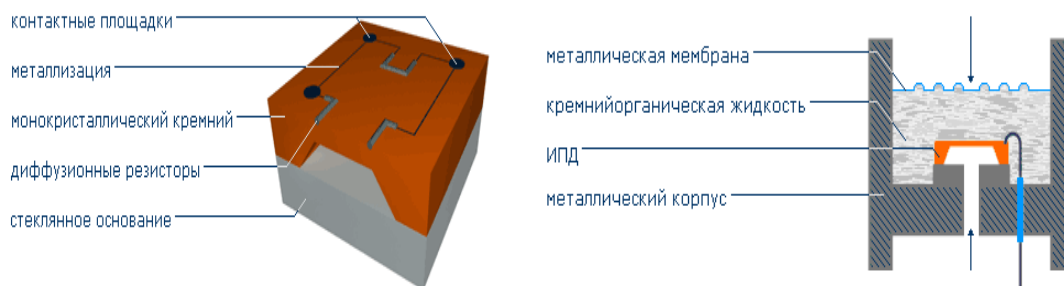
Мембранні манометри. В них чутливим елементом є гофрована по колу мембрана. Дія заснована на врівноваженні вимірюємого тиску силою пружної деформації мембранної коробки.

Сильфонні манометри. Принцип дії засновано на врівноваженні вимірюємого тиску силою пружної деформації сильфона.

Манометри з дистанційним передаванням даних. Їх призначення виміряти сенсором тиск, перетворити його в аналоговий електричний (часто у цифровий) сигнал і передати його на відстань наприклад, до вторинного показуючого тиск приладу. Найбільш поширена диференційно-трансформаторна схема. Цей сенсор, по суті є звичайний пружинний манометр, але замість стрілки пересувається стальне осердя (між двома електричними котушками). Використовуються на ГРП, котельна автоматика.

Сенсори (первинний перетворювач технологічного параметру) тиску. Часто сенсори під'єднують на вхід мікроконтролерів.

П'єзорезистивний сенсор. Кремнієвий інтегральний перетворювач тиску являє собою мембрану з монокристалічного кремнію з дифузійними п'єзорезисторами, підключеними в електричний міст Уїнстона. Чутливим елементом служить кришталь ИПД, встановлений на діелектричне підставу з використанням легкоплавкого скла або методом анодного зрощування. Перетворювач тиску (кришталь) захищений від вимірюваного середовища за допомогою корозійно-стійкої мембрани.



Мал.2 - Конструкція п'єзорезистивного сенсора тиску. При натисненні на кришталь на його гранях формується електрична напруга. Чим більше числове значення тиску, тим більше числове значення вихідної електричної напруги сенсора.

Ємнісні сенсори використовують метод зміни ємності конденсатора при зміні відстані між обкладками. Відомі керамічні або кремнієві ємнісні первинні перетворювачі тиску та перетворювачі, виконані з використанням пружної металевої мембрани. При зміні тиску мембрана з електродом деформується і відбувається зміна ємності.

В елементі з кераміки або кремнію, простір між обкладками зазвичай заповнений маслом або іншої органічної рідиною (Мал.3 ↓). У даному варіанті роль рухомий обкладки конденсатора виконує металева діафрагма.



Мал. 3 - Ємнісний перетворювач тиску.

Перевагою чутливого ємнісного елемента є простота конструкції, висока точність і тимчасова стабільність, можливість вимірювати низькі числові значення тиску і слабкий вакуум.

До недоліку можна віднести нелінійну залежність ємності від прикладеного тиску.

! Важливо !

Правила вибору приладів вимірювання тиску. **Робочий тиск**, який вимірюють манометром повинен знаходитися в межах 30...60% від **максимального** тиску, який можна поміряти цим манометром. Монтаж і обслуговування. Перед манометром, як правило встановлюють трьохходовий кран. На манометрах, як правило метрична різьба, а на кранах - дюймова. При необхідності передбачити перехідник. Провести аналогію між електроконтактним термометром і електроконтактним манометром.

↑Питання для самоконтролю ↓

1. Назвіть типи відомих Вам пружинних манометрів.
2. Як вибрати межі вимірювання пружинних манометрів?
3. Накреслить схему рідинного U – подібного манометра. Поясніть особливості відліку тиску.
4. Які типи манометрів застосовують у якості функціональних аналогів рідинних манометрів?

2.3 Вимірювання витрат і кількості рідини, пари, газу.

Вимірювання кількості тепла.

Терміни та визначення по міжнародному стандарту ISO 4006. Стандарти: ГОСТ 8.586, ГОСТ 15528-86, AGA 3, ISO5167-1:2003. Поняття про кількість і витрати. Одиниці вимірювання витрат і кількості. Види лічильників для вимірювання об'єму або маси рідини та газу, що протікає. (по ГОСТ 15528-86 визначено 11 видів). Лічильники для вимірювання спожитої теплової енергії. Прилади і методи визначення кількості і витрати рідини, пари, газу.

Витратомір змінного перепаду тиску (на базі стандартних звужуючих пристроїв Вентурі та вимірювальних перетворювачів P , ΔP , t°). Роторний. Турбінний. Ультразвуковий. Камерний. Масовий витратомір. Види їх первинних вимірювальних перетворювачів. Конструкція, фізичні процеси покладені в основу роботи. Основні технічні характеристики. Приведення показів об'ємних лічильників газу до стандартних умов. Цифрові коректори лічильників, збереження результатів вимірювання. Лічильники з вбудованим мікроконтролером. Значення похибки вимірювання. Схема, технічні вимоги та обслуговування пунктів комерційного обліку газу. Правила вибору лічильника газу. Установки для повірки лічильників

газу. Державні програми з покращення обліку газу та контролю за його споживанням.

📖 **Література:** [11]. Мережа **Internet:** samgas.com.ua/ua/4clients/products/216.html

§ Методичні вказівки, теоретичні відомості §

Витрата – об’єм або маса що проходить крізь трубопровід за одиницю часу.

Одиниці виміру: об’єм, $\frac{м^3}{годину}$; маса, $\frac{кілограм}{загодину} = \frac{кг}{год}$. **Кількість** – витрата газу за

фіксований проміжок часу (за час, добу, місяць, рік). Одиниці виміру: об’єм $м^3$; маса $кг$. Прилади які вимірюють кількість речовини називають лічильниками. Прилади, які вимірюють витрати – витратоміри. Лічильники будують на базі витратомірів.

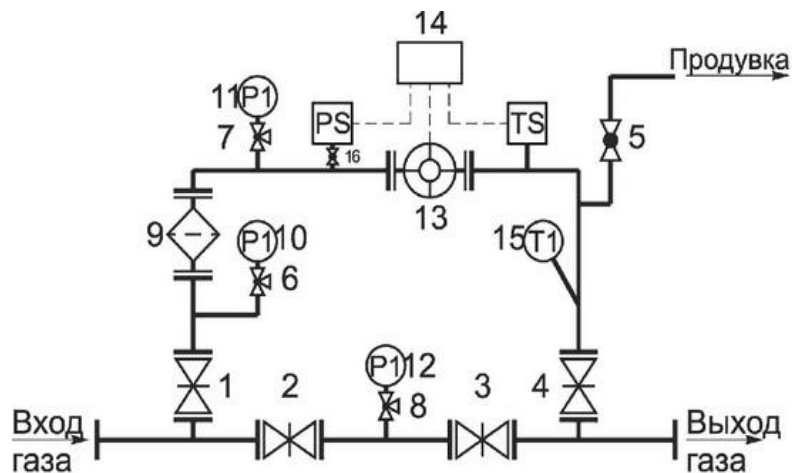
Класифікація витратомірів по принципу дії: змінного перепаду тиску: постійного перепаду тиску; електромагнітні (індукційні); ультразвукові, радіоактивні та інші. Лічильники класифікують: швидкісні, об’ємні.

Витратоміри змінного тиску. Принцип дії засновано на зміні потенційної енергії газу, який проходить через штучне звуження прохідного перерізу газопроводу. Будова витратоміра: сенсор – звужуючий пристрій (діафрагма), на якому створюють перепад тисків; пристрій який передає перепад тиску, ΔP до вторинного приладу; вторинний прилад – мікроконтролер (МК) витратоміра. Примітка . Одночасно у мікроконтролер з окремих сенсорів надходить інформація про тиск газу P , температура газу t^o . МК проводить безперервну обробку цих та інших даних, запам’ятовує і накопичує результат «у стандартних метрах кубічних газу». Різниця тиску ΔP це різниці тисків до та після звужуючого пристрою. В якості звужуючих пристроїв використовуються: діафрагми; труби Вентурі; сопла. Їх внутрішній діаметр розраховується згідно РД50-123-80. Камерні діафрагми використовують для трубопроводів, $D_u = 50...500$ міліметрів, при тиску $6...100 \frac{кгс}{см^2}$. Безкамерні

діафрагми, $D_u = 400...900$ мм, на тиск до $40 \frac{кгс}{см^2}$.

Увага! Останнім часом з’явилися публікації про недоліки вимірювань з використанням діафрагм. Існують рішення, які дають менше шуму, ширший діапазон вимірювань, більшу стабільність і надійність – наприклад: коріолисові, індукційні або вихрові витратоміри.

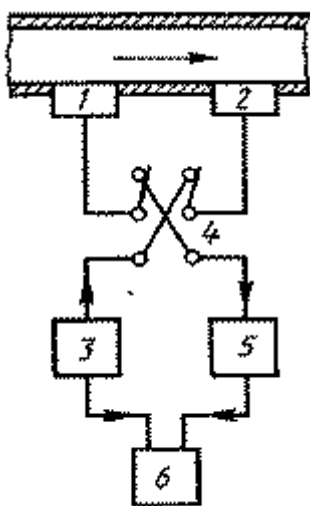
Швидкісні лічильники. Принцип дії – залежність швидкості обертання турбінки, розташованої всередині труби. Примітка. Одночасно з інформацією про швидкість обертання турбінки, у мікроконтролер (МК) коректора з окремих сенсорів надходить інформація про тиск газу, P_G , температура газу t^o_G . МК проводить безперервну обробку цих та інших даних, запам’ятовує і накопичує результат «у стандартних метрах кубічних газу», Мал.4. ↓



Мал.4 - Можлива схема встановлення швидкісного лічильника газу. 1-4 - запірні пристрої; 5 - кран кульковий; 6-8 - крани трьохходові; 9 - фільтр газовий; 10-12 - манометри; 13 - лічильник газовий; 14 - коректор об'єму газу (на базі мікроконтролера) з під'єднаними сенсорами: частоти обертання турбінки в потоці газу, тиску газу та температури газу; 15 - термометр; 16 - кран кульковий; PS- сенсор тиску газу; TS- сенсор температури газу.

Об'ємні лічильники. Принцип дії засновано на почерговому витисканні газу з робочих камер за рахунок почергового пересування діафрагм вхідним тиском газу. Кривошипно-шатунний механізм перетворює поступальний рух мембран у обертове, яке через муфту передається лічильному пристрою. Використовуються у побутових споживачів газу.

Ультразвуковий лічильник. Використовується ефект складання швидкостей розповсюдження ультразвукових коливань в пружному середовищі з швидкістю руху цього середовища. Спрощена схема такого лічильника показана на Мал.5.



Мал.5 -До пояснення роботи ультразвукового лічильника.

П'єзоелементи 1 і 2 розташовуються вздовж трубопроводу і збуджуються від генератора 3 на частоті в декілька сотень кілогерц. Кожен з п'єзоелементів позмінно, за допомогою перемикача 4, працює то випромінювачем, то приймачем. Таким чином, ультразвукові коливання посиляються то за потоком середовища, то назустріч йому. В першому випадку швидкості коливань і потоків складаються, в другому випадку – віднімаються. Після проходження середовищем сигнали, що прийняті п'єзоелементами, підсилюються підсилювачем 5 і надходять позмінно на вимірювальний пристрій 6. Різниця фаз прийнятих коливань буде пропорційна швидкості середовища. Градування пристрою виконується для певного середовища. При використанні пристрою для вимірювань витрат середовища з іншим значенням швидкості розповсюдження ультразвуку змінюється і градування.

! Важливо !

При виміру об'ємної витрати газу, для проведення комерційних розрахунків, його

необхідно приводити до **стандартних** умов (об'єм газу при $t^0 = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, та тиску $P = 101,325$ кілоПаскаль), зазвичай це робиться комплектацією лічильника електронним коректором. Приведення показів лічильників до стандартних умов здійснюється згідно ГОСТ 30319.0 - ГОСТ 30319.3 (раніше по РД 50-213-80). Якщо, годинні витрати газу низького тиску споживачем до $16\text{ м}^3/\text{год}$, лічильник експлуатують без коректора показів по температурі, T і тиску, P . При витратах $16...65\text{ м}^3/\text{год}$ дозволяється обмежуватися корекцією тільки по температурі, T . Якщо, годинні витрати газу $> 65\text{ м}^3/\text{год}$ (тиск низький), то потрібна корекція показів лічильника по T та P . На середній тиск, в будь-якому випадку, по T та P , клас точності установки з лічильником не гірше за 1,0.

Ознайомитися з приладами і методами визначення кількості спожитої теплової енергії (централізовані водяні системи опалення).

Навчитися знімати і зберігати покази лічильника газу, який використовується на вашому підприємстві.

↑ Питання для самоконтролю ↓

1. Навіщо об'ємні витрати газу приводять до стандартних умов?
2. З якою метою лічильник використовує коректор?
3. Фізичні основи покладені у принцип роботи ультразвукового лічильника?
4. Які основні вимоги до вибору лічильника газу для промислових споживачів?
5. Які лічильники газу використовуються на вашому підприємстві?

2.4 Засоби вимірювання і сигналізації рівня рідини.

Прилади і методи вимірювання рівня рідин (води, газу). Класифікація вимірювальних перетворювачів та приладів. Візуальні, поплавцеві, вагові, гідростатичні, електричні ємнісні, радіохвильові, акустичні і радіаційні вимірювальні прилади та перетворювачі безперервного та граничного рівня. Вимірювання рівня (LNG) скрапленого природного газу в резервуарах, балонах автомобілів. Конструкція, фізичні процеси покладені в основу їх роботи. Основні технічні характеристики. Особливості монтажу і експлуатації рівнемірів.

📖 Література: [11]. Мережа Internet: www.rosemount.com

§ Методичні вказівки, теоретичні відомості §

Рівнеміри по принципу дії класифікують: візуальні; поплавкові; буйкові; гідростатичні; радіоактивні; ультразвукові; електричні.

Візуальні. Їх принцип дії засновано на роботі сполучених посудин. Якщо прилад працює під атмосферним тиском, то до нього приєднують тільки один верхній кінець трубки, якщо під збитковим тиском або розрідженням то обидва кінці.

Працюють при тиску до $30\frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}$, температура до плюс 300°C .

Поплавкові. В них чутливим елементом є поплавок легше за рідину, плаваючий по її поверхні. Бувають внутрішнього монтажу і камерні. В останніх поплавків розташовано в спеціальній камері, який пересувається вздовж всієї вишини приладу. Це пересування можна перетворити в електричний сигнал і передати на відстань в систему регулювання рівня рідини.

Буйкові. Принцип дії засновано на законі Архімеда. При зміні рівня рідини змінюється виштовхуюча сила яка діє на частково занурений у рідину буйок. Він пересувається доти, доки вага буйка не прийде у рівновагу з виштовхуючою силою рідини. Пересування буйка (сенсора) перетворюють у електричний сигнал і передають на вторинний прилад. Прилад розраховує так, щоб зміна рівня води в діапазоні від 0 % до 100% перетворювалось у переміщення буйка на 10 міліметрів.

Гідростатичні рівнеміри. Принцип дії засновано на залежності гідростатичного тиску рідини від рівня. $P = H \times \rho \times q$,

де: P – гідростатичний тиск стовпа рідини; H – вишина стовпа рідини; ρ - щільність рідини; q – прискорення сили тяжіння. При ρ та $q = const = \text{постійні}$, по тиску рідини на дно рівнеміра можна судити про значення величини рівня. Бувають манометричні, п'єзоелектричні.

Ємнісний рівнемір. У основі роботи рівнеміра лежить вимірювання ємності електричного конденсатора, утвореного зануреним у середовище електродом і середовищем, що безпосередньо контролюється. Вимірювання ємності і перетворення її в пропорційний зміні рівня вихідний сигнал здійснюється проміжним перетворювачем (Пр), що містить індуктивно-ємнісний електричний міст.

Електродний рівнемір. Принцип дії. В пустому металевому баку висить металевий штир. При включенні насоса, вода піднімаючись, через деякий час доторкнеться до кінчика штиря. Тобто, вода відіграє роль електричного вимикача (електрично замикає штир на металевий корпус бака). Це може служити, наприклад сигналом на відключення електродвигуна насоса живлення котла водою (на парових котлоагрегатах).

Рівнеміри для визначення розділу двох фаз «рідина – газ» . Призначені для оцінки рівня зрідженого природного газу (LPG) у резервуарах. У резервуар занурюють рівномірні трубки на різну глибину. Визначення фази здійснюється шляхом скидання частки газу в атмосферу через скидні крани на кінцях трубок. З однієї трубки може витікати рідина , а з іншої піде газ.

Ультразвукові (визначення розділу двох фаз «рідина – газ»). Принцип дії рівнемірів цього типу базується на вимірі часу проходження імпульсу ультразвуку від випромінювача до поверхні рідини та у зворотньому напрямку.

При прийомі відбитого імпульсу випромінювач стає приймачем (сенсором). Якщо, випромінювач розташований над рідиною, рівнемір називається акустичним; якщо усередині рідини - ультразвуковим. У першому випадку час, який вимірюється, буде тим більше, чим нижче рівень рідини H , у другому - навпаки. Електронний блок призначений для формування ультразвукових імпульсів, посилення відбитих імпульсів, виміру часу проходження імпульсом подвійного шляху у повітрі або рідині і перетворення цього часу в уніфікований електричний сигнал.

! Важливо !

Знати конструкцію, фізичні основи роботи основних типів рівномірів. Звернути особливу увагу на принцип дії ультразвукового рівнеміра, який останнім часом набуває все більшого розповсюдження.

↑Питання для самоконтролю ↓

1. Яким чином контролюють кількість зрідженого газу в автомобілях обладнаних газобалонною установкою?
2. Яким чином контролюють робочі рівні води у верхньому барабані парового котлоагрегату?
3. Накресліть ескіз сенсора рівня рідини у Вашому автомобілі.

2.5 Визначення складу, фізичних властивостей та параметрів якості суміші вуглеводневих газів.

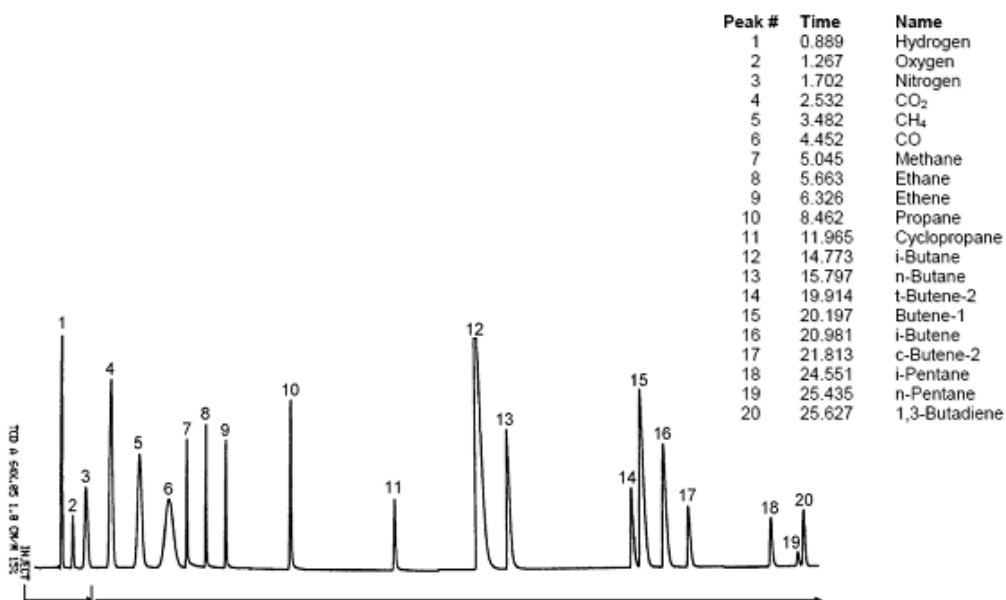
Вимоги стандарту до якості газу для промислового і комунально-побутового використання: величина теплоти спалення, температура точки роси, значення числа Воббе, відносна густина. Методи і прилади визначення параметрів і характеристик сумішей вуглеводневих газів. Схема газового хроматографа. Хроматографічний метод визначення складу суміші вуглеводневих газів. Лабораторні та вбудовані в технологічний процес газові хроматографи. Конструкція, фізичні процеси покладені в основу роботи приладів і установок. Гігрометри.

📖 **Література:** [11]. Мережа **Internet:** <http://www.chromatogramma.ru>

§ Методичні вказівки, теоретичні відомості §

До параметрів якості газу (ГОСТ 5542-87 "Гази горючі природні для промислового та комунально-побутового призначення. Технічні умови".), відносяться: теплота згоряння нижча, область значення числа Воббе, допустиме відхилення числа Воббе, масова концентрація сірководню, масова концентрація меркаптанової сірки, об'ємна частина кисню, маса механічних домішок, інтенсивність запаху газу.

Число Воббе – це величина яка вимірюється (МегаДжоуль/м³) та використовується для контролю і регулювання теплової потужності газових пальників. Число Воббе дозволяє враховувати одночасно зміну складу газу і перепад тиску на пальнику. Параметри газів потрібні для: визначення теплоти згорання; контроль якості згорання палива за складом продуктів згорання; контроль складу технологічних газів, до яких відносять такі гази, як кисень, азот, аргон, водень, ендогаз, екзогаз та інші; контроль складу повітряної атмосфери для визначення концентрації шкідливих для навколишнього середовища газоподібних речовин, таких, як оксиди (NO , NO_2 , SO_2 , SO_3 , CO_2 і ін.), феноли, бензол, аміак, горючі вибухонебезпечні гази (CO , CH_4 та ін.); Для аналізу газової суміші використовують прилади: газоаналізатори для визначення наявності одного або двох компонентів у складній газовій суміші; хроматографи – для аналізу складних газових сумішей (Мал.6 ↓); віскозиметри – для визначення в'язкості; вологоміри (психрометри і гігрометри) – для визначення вологості; щільноміри – для визначення щільності газу.



Мал.6 - Інформація яку спостерігають на екрані газового хроматографа, при визначенні складу газової суміші. Як видно із діаграми, газова суміш складається із 20-ти компонентів, з вказівкою яких саме і в якій кількості.

! Важливо !

Чітко уявляти причини застосування приладів для аналізу газової суміші.
Усвідомлювати принцип дії газового хроматографа.

↑ Питання для самоконтролю ↓

- 1.3 якою метою контролюють склад і властивості газової суміші?
2. У чому суть хроматографічного методу визначення складу суміші вуглеводневих газів?
3. Навіщо до складу параметрів якості газу ГОСТ 5542-87 входить число Воббе?
4. Якими приладами визначають теплоту спалення газу?

2.6 Засоби визначення складу газу, газові індикатори.

Прилади і методи визначення наявності горючих газів та СО: у повітрі приміщень для подачі сигналу про перевищення МДК; для відключення газу на газовикористовуючих об'єктах; вимірювачі концентрації газу для визначення можливості проведення робіт; для визначання місць витoku із газопроводів. Класифікація. Оптико-абсорбційні, електрохімічні, термохімічні. Цифрові термомагнітні газоаналізатори О₂. Первинні перетворювачі (сенсори) приладів. Електричні схеми включення сенсорів. Конструкція, фізичні процеси покладені в основу роботи приладів. Переносні цифрові газові індикатори: правила роботи з приладами, питання безпеки. Поняття і використання термінів НКМПП (нижня концентрація межі поширення полум'я), МДК (межа допустимої концентрації).

📖 Практичне заняття № 2

Оцінка наявності і концентрації метану у повітрі за допомогою газосигналізатора.

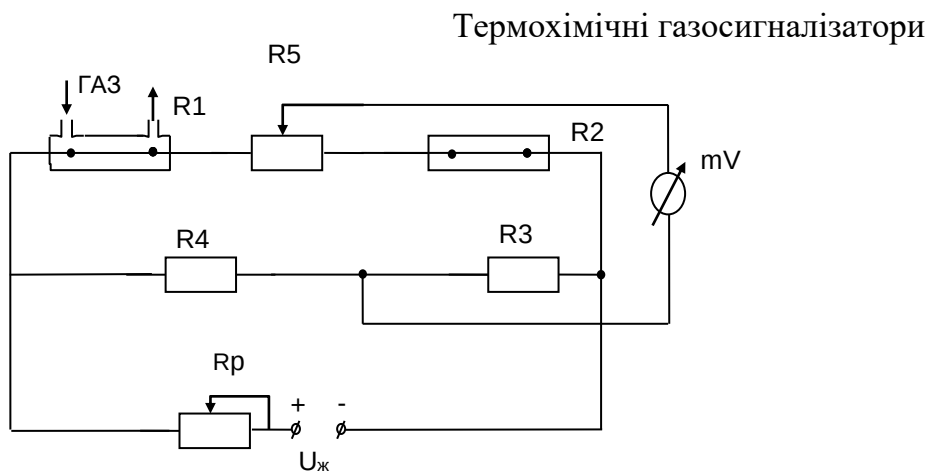
📖 Література: [11], [13]. Мережа **Internet**: <http://indukr.com.ua/33012G.htm>

§ Методичні вказівки, теоретичні відомості §

Найбільш розповсюджені газоаналізатори і газосигналізатори (зазвичай грабуються у відсотках за об'ємом).

Газоаналізатори залежно від способу визначення концентрації окремих компонентів газової суміші поділяють на такі:

- *хроматографічні* (адсорбційні властивості газових молекул);
- *хімічні* (хімічні властивості газових молекул);
- *теплові* (фізичні властивості газу);
- *магнітні* (магнітні властивості газу);
- *оптичні* (здатність поглинати електромагнітні хвилі);
- *спектрометричні* (спектральні властивості газу);
- *ємнісні* (діелектрична проникність середовища);
- *резистивні* (зміна електричного опору в Омх)
- *випарні* (ефект випаровування, кипіння і конденсації рідини);
- *іонізаційні* (іонізаційні властивості аналізованої речовини).



Мал.7 - Електрична схема включення сенсора СТК-1 наявності метану у повітрі.

Використовують тепловий ефект реакції каталітичного окислення досліджуваної компоненти. Існують дві групи приладів: горіння відбувається на каталітично активній нитці окислення; окислення відбувається у шарі каталізатора або термобатареї, розташований у цьому каталізаторі.

Схема включення сенсора газоаналізатора (Мал.7 ↑) – не зрівноважений міст постійного або змінного струму. R₁ – робочий сенсор у робочій камері, R₂ – порівняльний сенсор у порівняльній камері (ідентична робочій, але заповнена зразковою сумішшю), R₂, R₄ – постійні резистори з манганіту, R₅ – резистор для настроювання нуля показів приладу – мілівольтметра, mV.

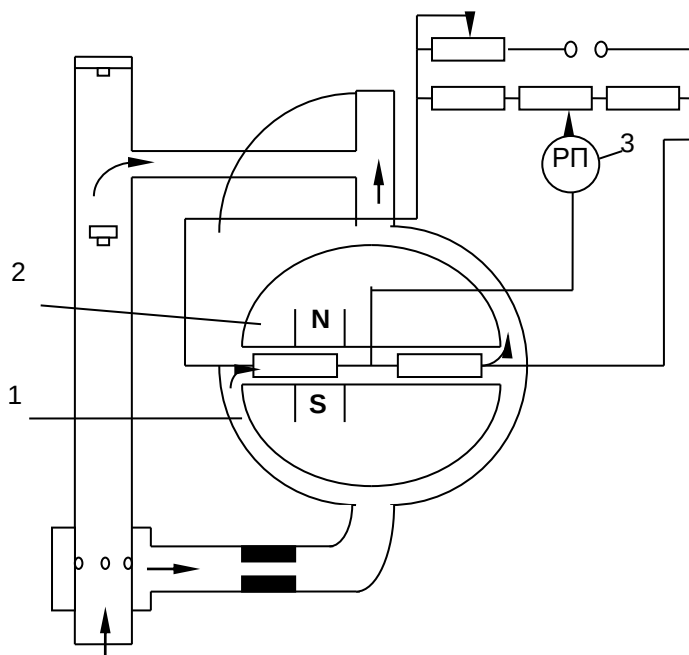
Зміна електричного опору платинової нитки в робочій камері при підвищенні температури від згоряння аналізованої компоненти приводить до порушення рівноваги вимірювального моста. Сила струму, I пропорційна вмісту аналізованої компоненти в газовій суміші.

Використовується для аналізу 80 горючих речовин, основний недолік – «отримання» каталізатора з'єднання Cl₂, HCl, H₂S, SO₂, фосфору, миш'яку.

На такому принципі базуються також індикатори і аналізатори довибухових концентрацій горючих газів і парів у повітрі.

Сенсори резистивні серії Сенсис-2000, визначення наявності метану - CH_4 у повітрі, виконані з застосуванням нанотехнологій.

Термомагнітні газоаналізатори O_2



Мал.8 - Електрична схема включення сенсору кисню.

Їх принцип роботи ґрунтується на парамагнітних властивостях кисню, який володіє найбільш магнітним сприйняттям, порівняно з іншими газами, що входять в газову суміш. Зі всіх газів кисень має максимальне магнітне сприйняття, яке в 60 разів більше ніж у повітря. Найбільше поширення отримали термомагнітні газоаналізатори (ГА), в котрих вимірюється не сама магнітна сприйнятливість газів, а її зменшення при збільшенні температури газу. Перетворювач (сенсор) такого типу використаний у вигляді кільцевої камери 1, з перемичкою з немагнітного матеріалу, один з кінців котрої розміщений між полюсами постійного магніту (Мал.8 ↑).

Зверху на перемичку намотана нагрівальна магнітна спіраль, що складається з двох секцій R_1 та R_2 , що проходять через них до певної температури. Аналізований компонент поступає у кільцеву камеру знизу, і розділюючись на два потоки проходить до верхнього вихідного отвору. Якщо в газі немає кисню, то ці потоки однакові і перемичці руху газу немає. При появі в газі кисню він втягується магнітним полем в перемичку і попадає в зону високої температури, створену нагрівачами, де кисень нагрівається і втрачає парамагнітні властивості і виштовхується свіжими холодними порціями кисню. В перемичці виникає термомагнітна конвекція, швидкість якої залежить від концентрації кисню в аналізованому газі. Ця швидкість вимірюється по степені охолодження нагрівального елемента потоком газу в перемичці. Секція R_1 омивається більш холодним киснем ніж R_2 , в результаті цього неоднаково змінюється опір R_1 та R_2 . Ці опори включені в схему не зрівноваженого моста.

Таким чином, напруга у вимірювальній діагоналі пропорційна швидкості термомагнітної конвекції, тобто пропорційна швидкості магнітної конвекції і концентрації тиску в досліджуваному газі. Точність такого газоаналізатора залежить від стабільності витрати газу і його температури. Діапазон вимірювання 0-4%, 0-40%.

! Важливо !

Ознайомитися з перевагами використання сенсорів резистивних, визначення наявності метану у повітрі, виконаних з застосуванням нанотехнологій (наприклад, серії Сенсис-2000). НКМПП (**нижня** концентраційна межа поширення полум'я) – це мінімальна об'ємна доля горючої речовини у суміші з даним окислювачем, при яких можливе займання суміші від джерела запалювання з наступним поширенням полум'я по суміші на будь – яку відстань від джерела запалювання. Межі виміру газосигналізатором концентрації наприклад, по метану 5...50% НКМПП. При досягненні 10% (20%) НКМПП газосигналізатори подають звуковий, світловий, інші сигнали про можливу небезпеку вибуху (тобто, для вибуху «не вистачає» ще 90% (80%) метану - CH_4). Ознайомитися з газосигналізатором який використовується на вашому підприємстві.

↑ Питання для самоконтролю ↓

1. Поясніть призначення сенсора у газосигналізаторі.
2. Поясніть принцип визначення наявності метану у термохімічному газосигналізаторі.
3. Поясніть фізичне явище покладене у основу роботи шахтного інтерферометра наявності газу у повітрі.
4. Газосигналізатори якого типу використовуються на вашому підприємстві?

Розділ 3 ЗАСОБИ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ГАЗОПРОВОДІВ

3.1 Контроль якості стану труби, зварних з'єднань.

Прилади і методи неруйнуючого контролю сталевих, поліетиленових труб і зварних з'єднань. Фізичні основи, конструкція дефектоскопів: ультразвукового, магнітного, гамма-дефектоскопу. Технічні характеристики, особливості вибору і роботи з приладами.

 **Література:** [11], [14]. Мережа **Internet**. <http://www.pergam.ru>

§ Методичні вказівки, теоретичні відомості §

Взагалі, до приладів і обладнання не руйнуючого контролю у газовому господарстві можна віднести: -**ультразвуковий контроль** (ультразвукова дефектоскопія и товщинометрія): ультразвукові дефектоскопи, товщино мери. З виводом інформації на екран монітора і зберіганням інформації у цифровій формі. Стандартні зразки, СЗП, перетворювачі;

-**вихрострумовий контроль** (вихрострумова дефектоскопія): вихрострумові дефектоскопи, товщиноміри покриттів (з виводом інформації на екран монітора і зберіганням інформації у цифровій формі), стандартні зразки;

-**магнітний / магнітопорошковий контроль**: феритоміри, коєрцитиметри, металошукачі, магнітометри, ферозондові дефектоскопи, суспензії, магнітопорошкові дефектоскопи (магнітні дефектоскопи з виводом інформації на екран монітора і зберіганням інформації у цифровій формі. Постійні магніти, ярмові магніти, магніти змінного струму, зразки МПД;

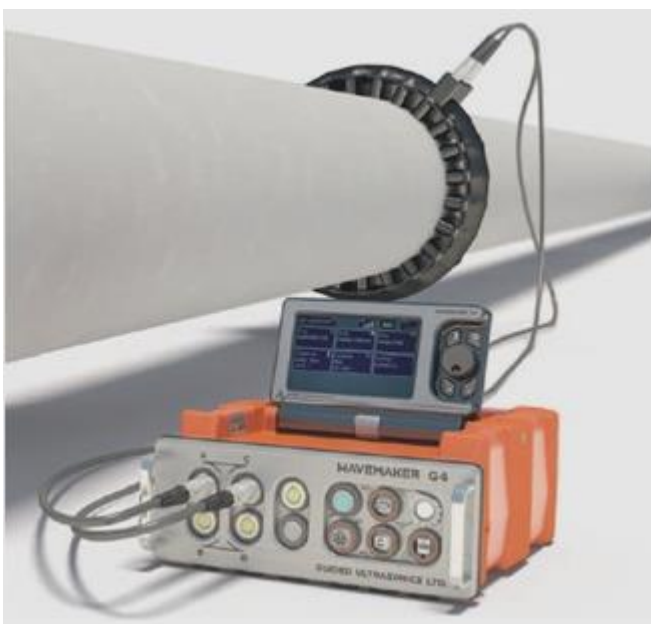
-**радіаційний (рентгенівський) контроль**: рентгенівські апарати з виводом (на екран

- монітора) і зберіганням інформації у цифровій формі;
- візуальний та оптичний контроль: комплекти для візуально-вимірювального контролю ВВК, відеоендоскопи, ендоскопи, бороскопи, мікроскопи, універсальні шаблони та ін.;
 - електричний контроль: електроіскрові дефектоскопи, цифрові прилади контролю електрохімічного ЕХЗ, струмові лещата, цифрові мультиметри, мегаомметри та ін.;
 - тепловий контроль: тепловізори, контактні термометри, бесконтактні інфрачервоні термометри, пірометри, логери даних температури та ін.;
 - газовий контроль: газоаналізатори, газоіндикатори та ін.;
 - капілярний контроль (кольорова дефектоскопія): очисники, проявителі, пенетранти, ультрафіолетові лампи, стандартні зразки для КД;
 - вібродіагностика (контроль вібрації): віброметри, вимірювачі вібрації, аналізатори вібрації, віброаналізатори та ін.;
 - трасопошукова техніка: трасошукачі, течешукачі та ін.

Ультразвукова дефектоскопія заснована на використанні пружних коливань, головним чином ультразвукового діапазону частот. Порушення суцільності або однорідності середовища впливають на поширення пружних хвиль у виробі або на режим коливань виробу. Якщо, наприклад, всередині виливки знаходиться газова раковина, то коливання, поширюючись по металу, доходять до неї і змінюють свій напрямок. Індикатор, вловивши цю зміну, миттєво показує, що в литві дефект.

Ультразвуковому виду випробувань піддаються з'єднання **поліетиленових** труб, виконані встик, які попередньо пройшли візуальний контроль. Стикові з'єднання поліетиленових труб є дуже складними для дефектоскопії. За допомогою ультразвукового контролю виявляють внутрішні дефекти: тріщини, несплавлення, пори, небажані включення. Якість зварювального з'єднання з'ясовується за наступними ознаками:

- максимально допустимою площею дефекту (амплітудний критерій);
- умовній довжині дефекту (амплітудно-тимчасовий);
- кількості допустимих дефектів на периметрі стику.



← Мал. 9 - **Wavemaker G4** - це найсучасніша система скринінгового сканування труб, призначена для швидкого виявлення корозії та інших дефектів на внутрішніх і зовнішніх стінках труби. (Розробник: Компанія Guided Ultrasonics Ltd на базі **Королівського коледжу** неруйнівного контролю, Великобританія).

В обидві сторони від кільця на відстань до 250 метрів поширюються спрямовані ультразвукові хвилі, що дозволяють за допомогою ехо-сигналу отримати наочну інформацію про дефекти, тріщини і корозії труби. При цьому доступ до труби необхідний тільки в місці установки

перетворювачів. Обстеження може виконуватися в процесі експлуатації труб,

заповнених рідиною або газом, а також при підвищених температурах. Контроль труб різного діаметру. Можливість контролю трубопроводів без виведення з експлуатації. Наочність результатів сканування (всі дані виводяться на екран комп'ютера у вигляді інформативного графіка). Висока швидкість сканування. Можливість роботи через лакофарбове покриття.

Загальний час на проведення монтажу, сканування та надання результатів на моніторі в залежності від діаметра трубопроводу становить від 5 до 15 хвилин. Велика ефективна довжина діагностуваного ділянки (до 250 м в кожному напрямку від кільця).

Гамма дефектоскопія заснована на поглинанні гамма-променів, яке залежить від щільності середовища і атомного номера елементів, що утворюють матеріал середовища. Наявність таких дефектів металу, як тріщини, раковини і сторонні вclusions, призводить до того, що проходячи через матеріал промені послаблюються в різній ступені. Реєструючи розподіл інтенсивності проходять променів, можна визначити наявність і розташування різних неоднорідностей матеріалу. Результат досліджень виводиться в якості об'ємного зображення на екран комп'ютера. Для гамма дефектоскопії в якості джерела випромінювання використовують штучні радіоактивні ізотопи різних металів (кобальту, іридію, європію, танталу, цезію, тулію та ін.) При гамма-дефектоскопії використовують енергію випромінювання від декількох десятків кев до 1-2 MeV для просвічування деталей великої товщини.

Цей метод має суттєві **переваги** перед рентгенодефектоскопією: апаратура для гамма-дефектоскопії проста, джерело випромінювання компактне, що дозволяє обстежити важкодоступні ділянки виробів. Крім того, цим методом можна користуватися у тому випадку, коли застосування рентгенодефектоскопії обмежене (наприклад, в польових умовах). При роботі з джерелами рентгенівського і гамма-випромінювання повинен бути забезпечений ефективний біологічний захист.

Магнітна дефектоскопія заснована на дослідженні спотворень магнітного поля, що виникають у місцях дефектів у виробах з феромагнітних матеріалів. Використовують на практиці малогабаритні *датчики (феррозонди)*, які при русі по виробу з металу в місці дефекту вказують на зміну імпульсу струму, що реєструється на екрані комп'ютера (феррозондовий метод). Феррозондовий метод найбільш доцільний для виявлення дефектів на глибині до 10 мм і в окремих випадках до 20 мм у виробах правильної форми. Цей метод дозволяє повністю автоматизувати контроль і розбракування.

Намагнічування виробів проводиться магнітними дефектоскопами. створюють магнітні поля достатньої напруженості. Після проведення контролю вироби ретельно розмагнічують. Методи магнітної дефектоскопії застосовують для дослідження структури матеріалів (магнітна структурометрія) та вимірювання товщини (магнітна товщинометрія).

! Важливо !

Знати типи дефектоскопів, фізичні принципи роботи приладів, розуміти причини їх застосування.

↑Питання для самоконтролю ↓

1. Причини застосування дефектоскопів.
2. Які типи дефектоскопів Вам відомі?
3. Правила користування любим переносним ультразвуковим дефектоскопом.
4. За допомогою якого дефектоскопу можна виявити дефект зварного з'єднання поліетиленових труб?

3.2 Визначення місця залягання газопроводу, контроль якості ізоляції та роботи електрохімічного захисту.

Приладний контроль визначення місця залягання підземного сталевго газопроводу. Трасопошукові прилади. Георадари. Перевірка якості пасивних ізоляційних покриттів труби не руйнуючим методом (прилади з застосуванням цифрових технологій). Цифрові газосигналізатори високої чутливості для виявлення витоків метану з діючих підземних газопроводів. Цифрові прилади для контролю якості роботи активного захисту підземних сталевих газопроводів (катодного захисту на ін.) Перетворювачі катодної напруги в цифровий код (наприклад, типу ПН). Конструкція, фізичні процеси, принципи роботи, технічні характеристики, методика роботи з приладами.

Практичне заняття № 3

Визначення місця розташування підземного газопроводу приладним методом.

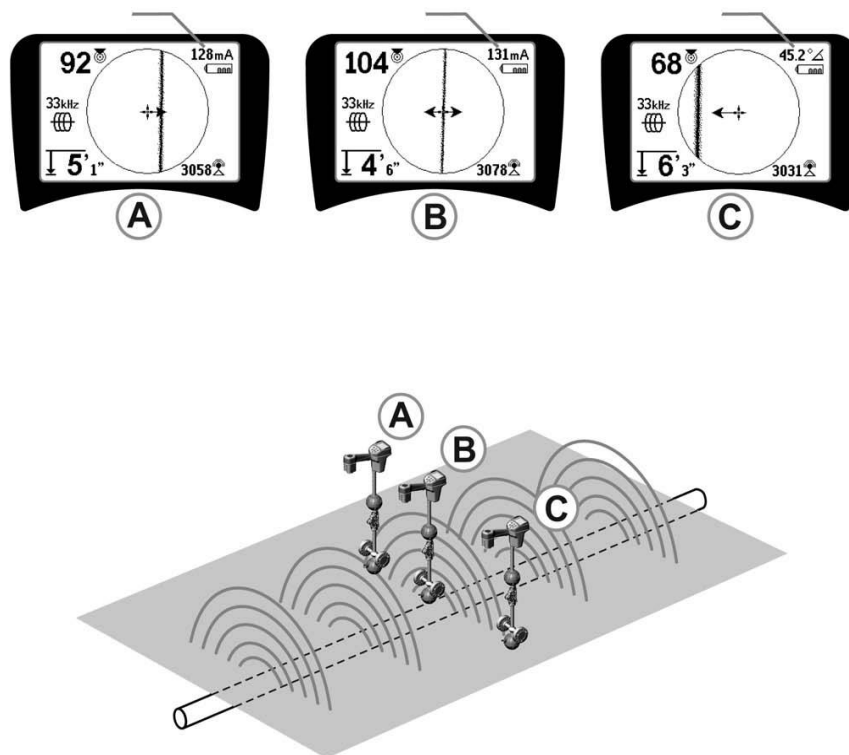
 **Література:** [11], [13]. Мережа **Internet:** www.sewerin.de; <http://www.pergam.ru>

§ Методичні вказівки, теоретичні відомості §

Перед початком проектних, будівельних, ремонтних і пошукових робіт отримання достовірної інформації про розташування трас підземних комунікацій є обов'язковою умовою. Принцип роботи приладів засновано на визначенні електромагнітного поля, яке створює провідник зі струмом. Тому, для проведення обстеження підземної комунікації необхідно мати комплект пошукового обладнання: трасопошуковий генератор та універсальний приймач. Крім того мати комплект проводів для під'єднання генератора до інженерних мереж.

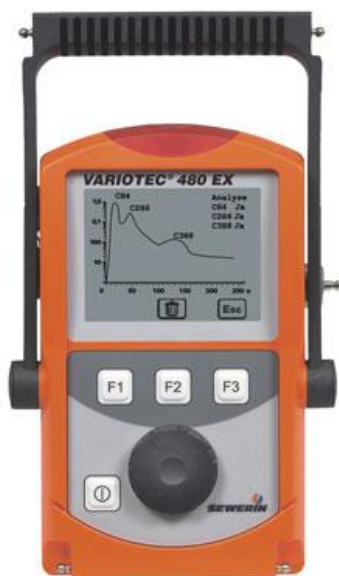
Розрізняють пасивний і активний режими роботи трасошукачів. В пасивному режимі пошуку (без окремого генератора) може працювати наприклад, цифровий трасопошуковий приймач SR-20 компанії RIDGID (інформація про глибину, риска положення комунікації відносно спостерігача відображаються на екрані трасошукача)

Але, в основному використовують активний, при якому електромагнітне поле струму заданої частоти наводиться на металеву трубу за допомогою окремого генератора, SeekTech ST-510 електричного сигналу, передчасно під'єданого до труби і заземлення (входить окремою одиницею у комплект SR-20).



Мал.10 - Показання на дисплеї в різних місцях розташування приладу SR-20 (при виявленні траси газової магістралі, глибини до 6 метрів).

При цьому, з універсальним приймачем проходять над трасою і здійснюють виявлення (уточнення) місця розташування комунікації.



← Мал.11 - Прилад Variotec 460 Ex.

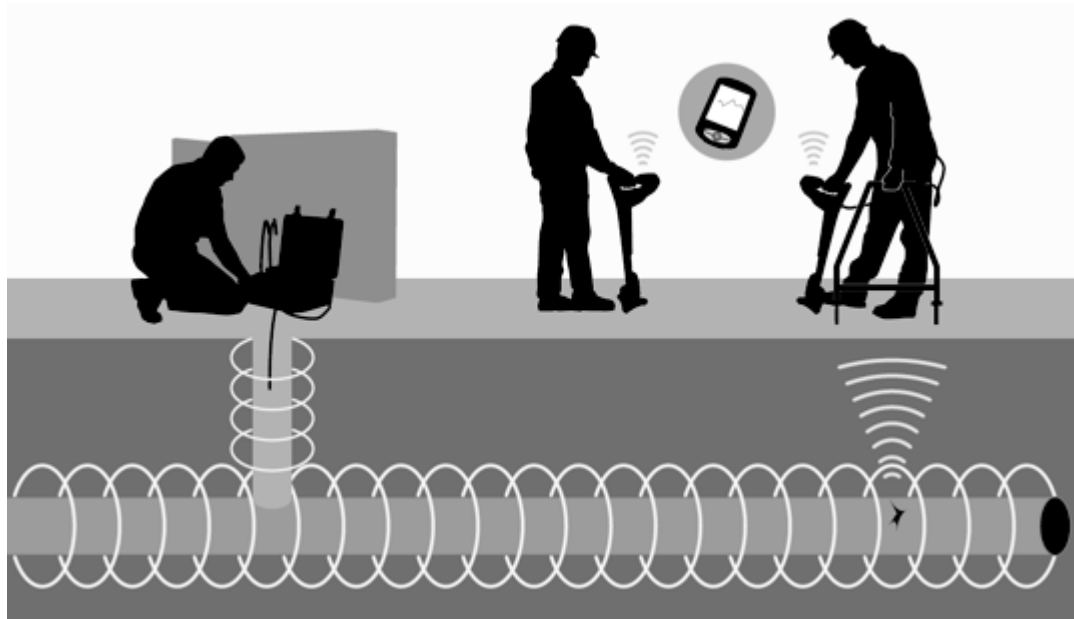
Спеціалізований приладний контроль виявлення витоків газу із підземного (надземного) газопроводів здійснюється за допомогою цифрових газоіндикаторів **високої чутливості**. Наприклад, широко розповсюджених Variotec 460 Ex (Мал.11). Інформація відображується на екрані дисплею. Обстеження газопроводу здійснюється шляхом проходження з приладом оснащеному спеціальним зондом з повітряним компресором (не показані) безпосередньо біля (над) траси газопроводу.

PCM+ -нова система контролю стану ізоляції трубопроводів та оцінки ефективності роботи систем катодного захисту. Високоточна діагностика і швидка локалізація несправностей в системах катодного захисту.

Опис обладнання: PCM +

Система PCM + складається з портативного генератора (на Мал.12 ↓ , ліворуч) і ручного приймача. Генератор з'єднаний зі станцією катодного захисту, що подає спеціальний сигнал "майже" постійного струму в трубопровід. Приймач визначає цей спеціальний сигнал на відстані до 30 кілометрів, ідентифікуючи положення і глибину залягання труби.

Після визначення положення труби, технік може скласти карту витоків струму по трубі, відобразити амплітуди сигналу і напрямки, які дозволяють швидко ідентифікувати дефекти покриття.



Мал.12 - Приладне виявлення місця пошкодження ізоляції (і не тільки) сталевого підземного газопроводу за допомогою системи РСМ +. (Примітка. Цифрова система РСМ +, це заміна відомого аналогового приладу АНПИ).

Після того, як ділянку трубопроводу, де знаходиться пошкодження, приблизно визначено, за допомогою **А-рамки** (Мал.12 ↑ , праворуч) може бути точно встановлено положення та глибина залягання пошкодження в межах ± 1 м.

Система РСМ + дозволяє легко і точно локалізувати і картографувати трубопровід навіть в таких областях, де є контакт з іншими металевими конструкціями, електричні перешкоди або області з масовим скупченням комунікацій. При цьому система забезпечує одночасне вимірювання наведеного генератором струму і градієнта напруги змінного струму.

Це дозволяє виключити необхідність робіт оператора по установці "діапазонів струму" і ручних обчислень для визначення струмів катодного захисту уздовж труби, які зазвичай вимагають прямого підключення.

Кожен раз, коли система РСМ + виконує картографування в кожному з режимів, а також при збереженні і відображенні інформації на дисплеї приймача, всі отримані дані можуть бути відправлені через Bluetooth® в РС або в додатковий "кишеньковий" комп'ютер (з GPS) і відображені в різному графічному форматі для виконання швидкого аналізу.

Повний комплект системи аналізу ізоляції: Програмне забезпечення РСМplus SurveyCert, Приймач РСМ+, Пик/Ноль, Генератор РСМ-Тх, Додатковий пристрій системи РСМ-А – рамка.

Система РСМ + і її додаткове обладнання - точний, швидкодіючий і надійний інструмент для картографування струмів систем катодного захисту.

Останнім часом набули розповсюдження системи корозійного моніторингу, які призначені для контролю і оперативного керування параметрами електрохімічного захисту. Збору і зберігання інформації про корозійні процеси і протикорозійного

захисту підземних металевих споруд. Функції системи: електрохімічний захист металевого газопроводу; телеметрія параметрів ЕХЗ; телесигналізація аварійних ситуацій; накопичення і видача інформації про корозійні процеси. Обмін інформацією між службою ЕлектроХімічногоЗахистуГазопроводів і системою катодних станцій здійснюється по протоколу RS-485.

! Важливо !

Увага! Трасопошукові прилади виявляють тільки металеві комунікації. Для пошуку всіх видів підземних комунікацій застосовуються **георадари**.

Вимірювання **вручну** числового значення захисного потенціалу і полярності потенціалу сталевих газопроводів (на КВП) проводять цифровим приладом ИРПЦ-100 (измеритель разности потенциалов с автоматическим выбором предела измерений, цифровой). Суворо дотримуйтеся полярності приєднання приладу ИРПЦ-100 (або функціонального аналога): «мінус» приладу до заземлення, а «плюс» приладу до газопроводу! На практиці, якщо захисний потенціал на газопроводі $< 0,9$ Вольт, треба додати вихідну напругу на катодній станції. При $> 0,9$ Вольт зменшити. Висновок роблять на основі 5 замірів. Час одного вимірювання 1 хвилина, потім перерва 1 хвилина і так 5 разів.

↑ Питання для самоконтролю ↓

1. За допомогою яких приладів і як здійснюють пошук підземних комунікацій?
2. За допомогою яких приладів і як обстежують підземні газопроводи на виток газу?
3. Яким чином визначити місце пошкодження ізоляції підземного сталевих газопроводу?
4. Якими приладами і як вимірюють значення електрозахистного потенціалу газопроводу?
5. Які наслідки вимірювання електрозахистного потенціалу газопроводу?

Розділ 4 СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ І РЕГУЛЯТОРИ

4.1 Основні поняття і визначення теорії автоматичного регулювання.

Величина, що регулюється. Параметр регулювання. Об'єкт, що регулюється. Властивості об'єктів. Регулювання ручне і автоматичне. Регулюючий та збурюючий впливи. Принципи регулювання: по відхиленню, по збуренню і комбінований. Призначення окремих функціональних блоків (вимірюючи, задаючи, порівнюючи, підсилюючи, коректуючи, виконуючі та регулюючі органи, ін.). Основні закони регулювання (П – пропорційний, ПІ – пропорційно-інтегральний, ПІД – пропорційно-інтегрально-диференціальний). Показники якості регулювання: види перехідного процесу, стійкість, величина перерегулювання, час регулювання, похибка регулювання.

 **Література:** [1]. Мережа Internet: <http://www.twirpx.com/file/585127/>

§ Методичні вказівки, теоретичні відомості §

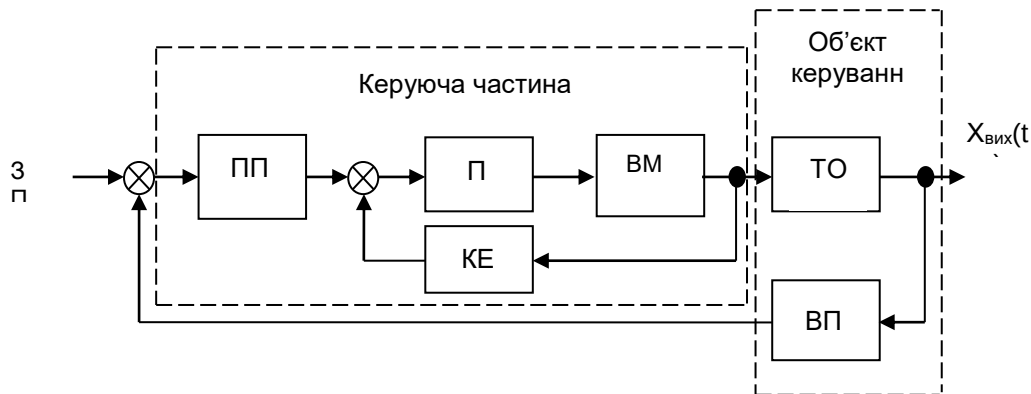
У газовому господарстві є потреби у автоматичному регулюванні: температури теплоносія, тиску пари, тиску газу на газорегуляторних пунктах, рівня рідини і т.п.

Якщо, керування здійснюється без участі людини за допомогою технічних (керуючих) пристроїв, то система називається *автоматичною* (автоматичне

керування).

Регулювання є частковим випадком керування. Завдання регулювання полягає в підтримці протягом тривалого інтервалу часу або зміні належним чином основних показників (стану) об'єкта керування. Будь-яка САКерування повинна забезпечити:

- 1) стійкість керування;
- 2) потрібну точність керування;
- 3) якість роботи, що визначається характеристиками перехідних режимів роботи.



Мал. 13 - Функціональна схема системи автоматичного керування (САК)

На функціональній схемі прийняті умовні позначення:

ЗП – задаючий пристрій (формує числове значення електричного сигналу, $U_{ЗАД}$ який несе інформацію про необхідне значення $X_{вих}(t)$;

ПП – перетворюючий пристрій;

П – підсилювач (підсилює значення електричної напруги, $\Delta U^*_{ПОРІВНЯННЯ}$);

ВМ – виконавчий механізм;

КЕ – коригувальний елемент;

ТО – технологічний об'єкт;

ВП – вимірювальний пристрій (сенсор, вимірює і перетворює поточне значення технологічного параметру $X_{вих}(t)$ у електричний сигнал $U_{СЕНСОР}$);

⊗ – елемент порівняння. («віднімає» електричні сигнали від сенсора та задаючого пристрою). $\Delta U_{ПОРІВНЯННЯ} = U_{ЗАД} - U_{СЕНСОР}$

За допомогою задаючого пристрою ЗП формується вплив, що задає завдання щодо величини координати стану об'єкта для керуючої частини системи у вигляді певної фізичної величини (напруга, струм, тиск і т.д., залежно від виду енергії, що використовується для керування).

Вимірювальний пристрій ВП (сенсор) призначений в основному для перетворення значення регульованої величини (наприклад температури) об'єкта керування до сигналу зручному для передачі на відстань і порівняння із заданим значенням (завданням). Фізично ВП розташовується завжди усередині об'єкта.

Елемент порівняння (суматор), виконує операцію алгебраїчного додавання над фізичними величинами відповідними заданому значенню керованої величини і її фактичному значенню, віднімаючи фактичне значення керованої величини від заданого, тим самим визначаючи **помилку** керування.

Потужність сигналу, що відповідає помилці керування, часто виявляється недостатньою й вимагає відповідних перетворень і посилення, тому в складі керуючої

частини системи є такі функціонально необхідні елементи як перетворюючий пристрій ПП й підсилювач П, які й виконують операції відповідно перетворення й посилення.

Посилений сигнал надходить на виконавчий механізм ВМ, що шляхом зміни положення регулювального органу здійснює необхідний вплив на об'єкт, змінюючи величину надходження в останній матеріального або енергетичного потоку. Незважаючи на те, що виконавчий механізм ВМ разом з регулювальним органом звичайно розташовані фізично поблизу об'єкта керування, при аналітичних розрахунках ВМ формально включають до складу керуючої частини системи керування.

Крім функціонально необхідних елементів у керуючій частині системи для поліпшення якості керування часто використовують штучні коригувальні елементи КЕ, що вводять додатково. Введення коригувальних елементів утворює крім основного (головного), ще один, внутрішній, контур керування.

Об'єкт керування (регулювання) – це окрема машина, апарат, пристрій, технологічний процес або сукупність технічних засобів (машин, апаратів, пристроїв), які виконують технологічний процес, але при цьому потребують спеціально організованих впливів ззовні для досягнення поставленої мети керування.

Прикладами об'єктів керування можуть служити технологічні процеси газового господарства (тиск газу, температура теплоносія, тиск пари і тп).

Величина що регулюється - фізичний параметр, який цілеспрямовано змінюється або зберігається незмінним у процесі керування. Звичайно регульовані величини в тій або іншій мірі характеризують якісно-кількісні показники процесу в керованому об'єкті.

Параметр регулювання - абсолютне значення вихідного параметра, яке є метою керування даним об'єктом. Цей параметр вводиться у Систему Автоматичного Регулювання за допомогою елемента автоматики, який називають «задаючим пристроєм», або «задатчиком».

Якість автоматичного регулювання (у автоматичності) - визначається видом перехідного процесу при регулюванні, тобто характером повернення регульованої величини до заданого значення після деякого збурення (з боку навантаження або завдання).

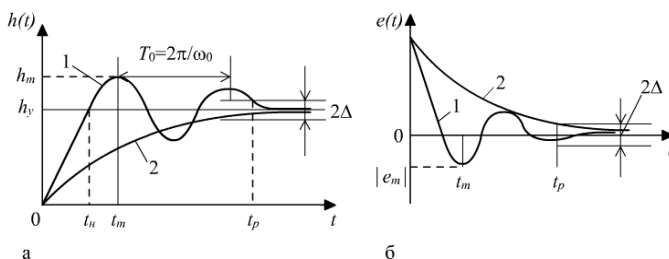
Законом регулювання називають залежність керуючого сигналу, що виробляється регулятором, від сигналу розузгодження у часі. Закон регулювання формується за допомогою зворотних зв'язків. З урахуванням динамічних властивостей об'єкта керування він визначає вид і якість перехідного процесу в САР. У системах промислової автоматики найбільшого поширення набули такі закони регулювання: **Інтегральний закон регулювання (І)** - у автоматичності - закон при якому керуючий сигнал, що виробляється автоматичним регулятором, дорівнює інтегралу від розузгодження регульованої величини (наприклад температури) об'єкта керування в часі:

$$U = K_2 \int \varepsilon dt ,$$

Інтегральний закон регулювання реалізовується астатичним або І-регулятором з параметром налаштування K_2 . Швидкість руху регулюючого органа для даного закону пропорційна величині розузгодження.

Пропорційно-інтегральний (ПІ) закон регулювання. Регулятори, які працюють за даним законом, виконують переміщення регулюючого органу пропорційно сумі відхилення та інтеграла від відхилення регульованої величини, тобто здійснюють П- та І- вплив.

Пропорційно-інтегрально-диференціальний (ПІД) закон регулювання (автоматика) - найскладніший алгоритм функціонування автоматичного регулятора, що включає вплив усіх розглянутих вище законів. Реалізація цього закону пов'язана із застосуванням пружного зворотного зв'язку. Регулятори з передуванням значно поліпшують якість регулювання, особливо якщо об'єкт володіє великим запізненням та інерційністю. Основними параметрами якості процесу керування є час перехідного процесу t_p , задане значення параметру керування h_y , похибка $e(t)$ і максимальне превіщення h_m параметру керування, Мал.14. ↓



Мал.14 - Перехідний процес: а - для вихідного значення параметру (наприклад температура об'єкта керування) $y(t)$; б – для похибки $e(t)$.

! Важливо !

Знати призначення окремих функціональних блоків САК Мал.13 ↑. Розуміти роль лінії зворотного зв'язку з виходу САК на вхід. Усвідомлювати відмінність основних законів регулювання. Регулятори бувають трьох основних типів: TS, PS, FS – релейного (позиційного) регулювання (відкрито – закрито); TC, PC, FC – електронного (пропорційного) регулювання; мікропроцесорні.

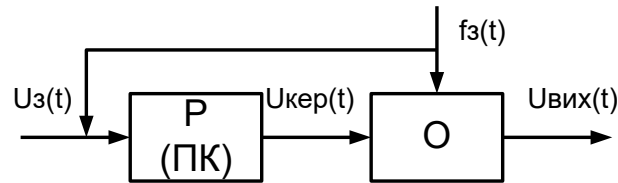
↑ Питання для самоконтролю ↓

1. Поясніть призначення систем керування технологічними процесами.
2. Призначення зворотного зв'язку і елемента порівняння на Мал.13 ↑ ?
3. Як розуміють поняття: закон автоматичного регулювання?
4. Сформулюйте основні параметри якості процесу керування.
5. Поясніть поняття: об'єкт регулювання з властивістю до самовирівнювання.

4.2 Системи автоматичного регулювання, сигналізації, захисту і блокування.

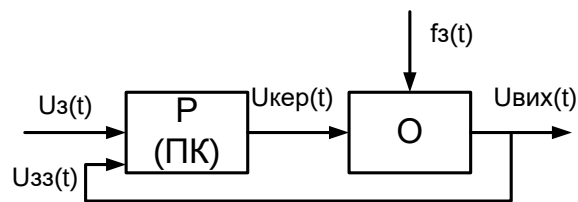
Структурні схеми систем автоматичного регулювання (розімкнена, замкнена), сигналізації, захисту і блокування, оптимального регулювання, безперервної та дискретної дії. Поняття про регулювання за законами нечіткої логіки. Об'єкти регулювання з самовирівнюванням та без самовирівнювання. Супервізорний принцип керування технологічним процесом.

§ Методичні вказівки, теоретичні відомості §



Мал. 15 - Розімкнута система автоматичного керування за збуренням (немає зв'язку з виходу на вхід).

Тут, Мал.15 ↑ ПК – пристрій керування (або регулятор), О – об'єкт керування, $U_z(t)$ – задаючий сигнал, $U_{\text{кер}}(t)$ – сигнал керування, $U_{\text{вих}}(t)$ – вихідний сигнал, $f_z(t)$ – сигнал збурення. Керування у даній системі здійснюється з урахуванням значення збурюючої величини. Величина збурення вимірюється і сигнал про її значення подається на вхід керуючого пристрою. Керуючий пристрій аналізує значення сигналу збурення і виробляє керуючу дію на об'єкт керування. Сигнал цієї дії показано на функціональній схемі у вигляді стрілки $U_{\text{кер}}(t)$. Його деколи називають компенсаційним керуванням. Назва відображає той факт, що в даному випадку в результаті керування компенсується вплив збурюючої величини.



Мал.16 - Принцип керування за відхиленням. (замкнена система, є зворотній зв'язок з виходу на вхід). Ця схема, аналог схеми Мал.13 ↑ .

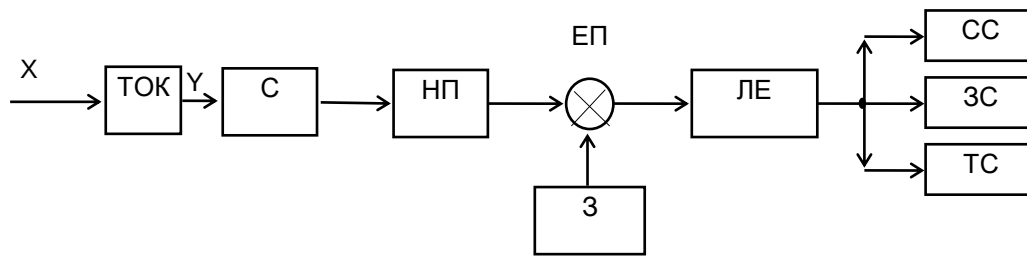
Тут показано зворотній зв'язок, Мал.16 ↑ . На виході системи вимірюється значення вихідної величини. Сигнал про це значення подається на пристрій керування. Пристрій керування виробляє керуючий сигнал, який залежить від різниці задаючого сигналу та вихідного сигналу (сигналу зворотного зв'язку).

Існує комбінований принцип керування. САК, що діє за таким принципом, являє об'єднання двох розглянутих систем керування. На пристрій керування подається сигнал про значення збурення і сигнал про значення вихідної величини. Для кожного сигналу існує свій контур регулювання. Разом ми маємо комбінацію двох розглянутих принципів керування.

Системи автоматичної сигналізації призначені інформувати про стан технологічної апаратури або відхилення технологічних параметрів від норми.

Розрізняють: сигналізацію положення; командну; технологічну, що в свою чергу ділиться на попереджувальну та аварійну.

Система аварійної сигналізації невід'ємна частина кожної системи автоматичного регулювання і займає 5-10% їх об'єму. Найчастіше вони створюються на базі систем автоматичного контролю і вимірювань.

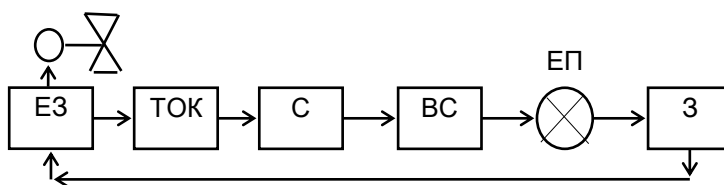


Мал.14 - Структурна схема системи автоматичної сигналізації.

Вихідний параметр (Мал.14 ↑) технологічного об'єкту керування (ТОК) вимірюється сенсором (С) і поступає на вхід нормуючого перетворювача (НП). З виходу НП сигнал у вигляді уніфікованого сигналу поступає на вхід елемента порівняння (ЕП), де порівнюється з сигналом задавача (З), який формує дискретний сигнал про відхилення вимірюваного параметру від заданого значення, що поступає на вхід логічного елемента (ЛЕ), який вмикає світлову сигналізацію (СС), звукову сигналізацію (ЗС), або відповідну комірку таблю сигналізації (ТС).

Схема технологічної сигналізації забезпечує одночасну подачу світлових і звукових сигналів; зняття звукового сигналу (натискуванням кнопкового вимикача); повторність спрацювання виконавчого пристрою звукової сигналізації (при повторному відхиленні параметру) після його відключення натисканням кнопкового вимикача; перевірку виконавчих пристроїв сигналізації (світлових і звукових) від одного кнопкового вимикача.

Якщо в ході проведення технологічного процесу виникають вибухо- та пожежонебезпечні ситуації, то слід передбачати відповідний захист (Мал.15 ↓). Параметри такого захисту вибирають залежно від того, що може бути причиною аварії, наприклад, концентрація вибухонебезпечної речовини, перевищення температури, припинення подачі одного з компонентів у технологічний апарат. В таких випадках системи захисту повинні здійснити наступні операції: припинити подачу того чи іншого потоку, ввімкнути лінію подачі інертного газу, відімкнути всі потоки від об'єкту.



Мал.15 - Структурна схема автоматичного захисту:

ТОК-технологічний об'єкт керування, С-сенсор, ВС-вимірювальна схема, ЕП-елемент порівняння, З-задавач, ЕЗ-елемент захисту.

Схеми та пристрої автоматичного блокування попереджують неправильні запуски та зупинки апаратів та машин, а також виключають можливість виконання наступних операцій, якщо не виконана хоча б одна з попередніх.

Поняття про регулювання за законами нечіткої логіки. Побудова нечітких систем заснована на імітації дії людини-оператора або ОПР за допомогою ЕОМ. Переваги нечітких систем. Коротко перелічимо відмітні переваги fuzzy-систем у порівнянні з іншими:

- можливість оперувати вхідними даними об'єкта керування, заданими нечітко:

наприклад, що безупинно змінюються в часі значення (динамічні задачі), значення, що неможливо задати однозначно;

-можливість нечіткої формалізації критеріїв оцінки і порівняння: оперування критеріями "більшість", "можливе", "переважно" і т.д.;

-можливість проведення якісних оцінок як вхідних даних, так і виведених результатів: ви оперуєте не тільки власне значеннями даних, але їхнім ступенем вірогідності (не плутати з імовірністю!) і її розподілом;

· можливість проведення швидкого моделювання складних динамічних систем і їхній порівняльний аналіз із заданим ступенем точності:

оперуючи принципами поведінки системи, описаними fuzzy-методами, ви по-перше, не витрачаєте багато часу на з'ясування точних значень змінних і складання рівнянь, що їх описують, по-друге, можете оцінити різні варіанти вихідних значень.

Супервізорний принцип керування технологічним процесом.

В режимі *супервізорного* числового програмного керування комп'ютер одержує вхідну інформацію про хід технологічного процесу і в відповідності до заданого алгоритму управління може змінювати настройку регуляторів, що використовуються в технологічному обладнанні. Таким чином комп'ютер виконує функції зворотнього зв'язку. Завданням супервізорного керування є підтримка оптимальних значень технологічного процесу. При прямому числовому керуванні комп'ютер безпосередньо керує виконавчим механізмом, виконуючи всі необхідні обчислення.

! Важливо !

Розуміти структурні схеми автоматичних систем керування, сигналізації, захисту. Принцип роботи систем автоматичного керування технологічним процесом по відхиленню.

↑ Питання для самоконтролю ↓

1. Яку математичну функцію виконує пристрій елемент **порівняння** показаний на Мал.13 ?
2. Поясніть різницю між системами регулювання за збуренням та за відхиленням?
3. Які основні показники якості керування Вам відомі ?
4. Чи потрібний регулятор для об'єкту регулювання, який має здатність до самовирівнювання?
5. Як ви розумієте поняття: регулювання за законами нечіткої логіки?

4.3 Регулюючі органи та виконавчі механізми систем автоматики.

Призначення виконавчих механізмів та їх класифікація. Електромоторні виконавчі механізми (на засувках). Регулюючі електромагнітні клапани. Схеми керування і сигналізації положення виконавчих механізмів. Гідравлічні і пневматичні виконавчі механізми. Запобіжно-скидні клапани. Запобіжно-запірні клапани. Конструкція, принцип дії, технічні характеристики, монтаж, особливості налаштування. Принципова відмінність ЗСК від ЗЗК.

📖 Практичне заняття № 4

Розрахунок і встановлення меж спрацювання запобіжно-запірного, запобіжно-скидного клапанів.

§ Методичні вказівки, теоретичні відомості §

Виконавчі механізми призначені для виконання відповідних робочих функцій системи неавтоматизованого, автоматизованого та автоматичного керування. До виконавчих апаратів автоматизованого і автоматичного керування відносяться електромагнітні пускачі, контактори, різноманітні реле тиску, температури, швидкості, електромагнітні клапани, виконавчі механізми з електродвигуном приводом, який може бути однообертовим і багатообертовим. Особливістю однообертових виконавчих механізмів є те, що їх вихідний вал обертається з постійною швидкістю на кут не більший ніж 360° . Необхідний кут повороту встановлюється за допомогою кінцевих вимикачів. Виконавчі механізми з електродвигуном приводом вибирають залежно від значень моменту необхідного для приводу заслінок.

Виконавчі механізми - це кінцеві ланки систем автоматики, що служать для переміщення робочого органа (клапани, засувки, крани тощо) у відповідності із сигналами, що надходять від керуючого пристрою та діють на керований об'єкт. За фізичною природою діляться на електричні, гідравлічні, пневматичні, механічні, електродвигунові, електронні, поршневі, мембранні тощо.

Для переміщення різних робочих органів застосовують **електродвигунові** виконавчі органи клапанів, засувки, кранів тощо, що працюють у комплекті з відповідними регуляторами системи автоматики. У системах автоматики широко застосовують в якості виконавчих механізмів (ВМ) **електромагнітні приводи**, що перетворюють електричну енергію в поступальний рух робочого органа (РО). Їх використовують для керування різними регулюючими і запірними клапанами, вентилями, золотниками тощо. Розрізняють ВМ - прямоходові електромагніти з прямолінійним рухом та електромагнітні муфти з обертовим рухом. Вихідною величиною електромагнітів може бути переміщення, швидкість, зусилля, а для муфт: кут повороту, частота обертання, обертовий момент. Вхідною величиною (керуючою дією) електромагнітних ВМ є струм обмотки, що створює магніторухісну силу (а значить і тягове зусилля). Ходові електромагніти виготовляють змінного (однофазні і трифазні) і постійного струму.

Виконавчі механізми отримують сигнал від підсилювача, П (Мал.16 ↓) і формують зусилля для приводу в дію регулюючого органу.



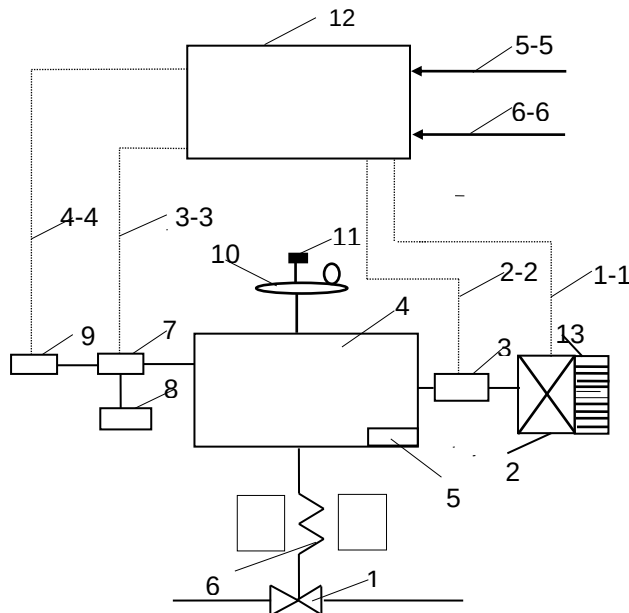
- 1-Повертаюча пружина;
- 2-Котушка;
- 3-Рухоме осердя;
- 4-Шток.

← Мал. 16 - Електромагнітні виконавчі механізми є прості і надійні. По виду руху діляться на електромагніти з поступальним рухом і електромагнітні муфти з обертовим рухом.

При допомозі рухомого осердя енергія магнітного поля перетворюється в механічну і через шток передається запираючому елементу. Переміщення осердя, при

котрому проходить рух запираючого елемента, називається робочим ходом δ . Один з найпопулярніших виконавчих механізмів у газовій автоматичній (подавання/припинення подачі газу на пальник).

Для керування багатообертовими відсічними і регулюючими органами потрібні виконавчі механізми, що складаються з електродвигуна, понижуючого механічного редуктора і ряду додаткових пристроїв. На Мал.17 ↓ приведена структурна схема приводу керованої арматури (наприклад запірно-регулюючий пристрій), де:



Мал.17- Схема приводу автоматично керованої арматури (наприклад пересування клапану відносно сідла у регуляторі тиску).

1- Регулюючий орган-робочий орган; 2- Електродвигун-джерело руху;

3- Силовий обмежувач пристрій призначений для попередження поломки або перевантаження арматури;

4- Редуктор - потрібен для перетворення виду і швидкості руху вихідного елемента двигуна у відповідності з призначенням керованої арматури;

5- Пристрій відключення маховика дублера-використовується при налагоджувальних роботах, а також при відсутності енергії для двигуна, або виході його з ладу;

6- Фіксувальний пристрій-для збереження положення робочого органу і арматури в положенні на момент зупинки;

7- Блок шляхових вимикачів-для сигналізації положення робочого органу, відключення двигуна від джерела енергії, блокування приводу з роботою інших механізмів;

8- Місцевий вказівник положення затвору арматури-для місцевого показування ступеню відкриття арматури в будь-який момент часу;

9- Сенсори положення затвора арматури - для дистанційного показування ступеню відкриття арматури в даний момент часу; 10- Маховик ручного дублера;

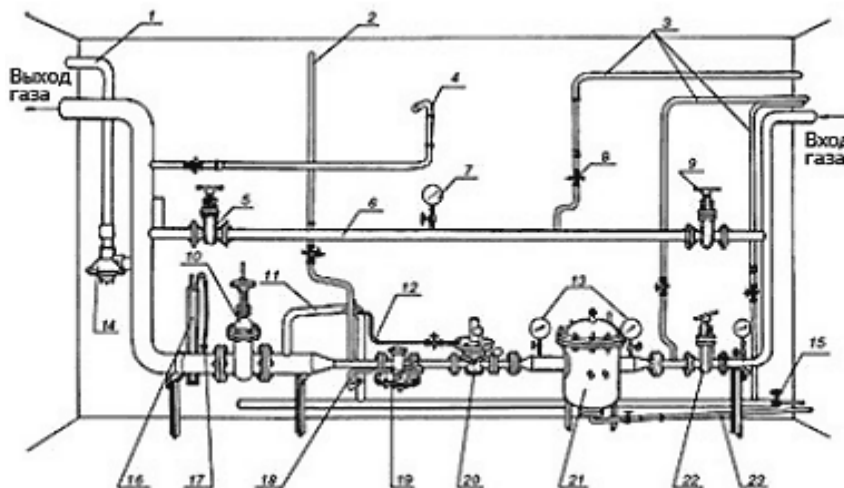
11- Перемикач ручного дублера-для запобігання травмування персоналу під-час ручного керування; 12- Пульт керування з мікроконтролером; 13.Тормозний, або демпферуючий пристрій-для виключення впливу на арматуру інерції рухомих

деталей; 1-1. Коло зв'язку з муфтою; 2-2. Коло шляхових вимикачів; 3-3. Коло давача положення затвора; 4-4. Коло керуючого сигналу; 5-5. Коло живлення пульта керування.

Запобіжно-скидний клапан (ЗСК) обов'язково встановлюють **за регулятором** тиску газу (наприклад, ПСК-50), на резервуарах зберігання зрідженого газу. Призначені для відносно короткочасного скидання газу в атмосферу, при відносно короткочасному підвищенні тиску газу (наприклад, при різкому зменшенні об'єму споживання газу). Мал.18 ↓ .

Запобіжно-запірний клапан (ЗЗК) обов'язково встановлюють на газорегуляторному пункті **до регулятора** тиску газу. Мал.18 ↓ . Його завдання повністю припинити подачу газу **на вхід** регулятора тиску, у 2-х випадках: тиск газу **на виході** регулятора вище верхньої межі ручної настройки ЗЗК; тиск газу на виході регулятора нижче нижньої межі ручної настройки ЗЗК.

ЗСК та ЗЗК на газорегуляторних пунктах можуть бути окремими приладами, але часто вони є складовими частинами регуляторів тиску газу. Тобто, в регулятор тиску газу вмонтовані ЗЗК та ЗСК (сучасні комбіновані регулятори тиску газу на ГРП).



Мал.18 - Можлива схема газорегуляторного пункту низького тиску (ГРП):

1,3 – скиді свічки; 2 – свічка для настроювання; 4 – газопровід опалювального котла ГРП; 5,9,10,22 – засувки; 6 – байпас; 7,13 – пружинні манометри; 8,15 – крани пробкові; 11 – імпульсна трубка; 12 – імпульсна трубка для ЗЗК; 14 – запобіжно-скидний клапан ЗСК; 16 – U-подібний водяний манометр; 17 – кран трьохходовий; 18 – імпульсний газопровід на регулятор; 19 – регулятор тиску газу; 20 – запобіжно-запірний клапан ЗЗК; 21 – фільтр газовий; 23 – газопровід від фільтра для зливу конденсату.

! Важливо !

Робочий тиск газу на виході з ГРП, який подає газ побутовим газовим приладам, максимум 300 мм вод ст., при $\pm 10\%$ допустимого відхилення.

В **тупикових** системах газопостачання ЗСК повинні спрацьовувати раніше, ніж спрацюють запобіжно-запірні клапани (ЗЗК). У **кільцевих** системах (ЗЗК) повинні спрацьовувати раніше ЗСК.

Для тупикових систем ЗСК, а також запобіжно-скидні пристрої, вбудовані в

регулятори тиску, повинні забезпечувати скид газу при перевищенні максимального робочого тиску після регулятора на 15 %, а (ЗЗК) настроюються на верхню межу спрацювання, яка не перевищує 25 % максимального робочого тиску.

Для кільцевих систем газопостачання (ЗЗК) настроюються на верхню межу спрацювання, яка не перевищує 15 % максимального робочого тиску, а ЗСК повинні забезпечити скид газу при перевищенні максимального робочого тиску на 25 %.

Для тупикових і кільцевих систем газопостачання низького тиску 300 мм вод. ст. **нижча межа** спрацювання (ЗЗК) установлюється газовою службою, але **не менше** ніж 70 мм вод. ст.

↑ Питання для самоконтролю ↓

1. Які виконавчі пристрої газової автоматики Вам відомі?
2. Призначення і параметри настроювання запобіжно-скидного клапану на ГРП?
3. Призначення і настроювання меж спрацювання ЗЗК на ГРП?
4. Які типи електромагнітних регулюючих клапанів Вам відомі?

4.4 Контроль і регулювання тиску в системах газопостачання.

Автоматичне регулювання тиску та витрат газу. Регулятори тиску газу прямої дії. Регулятори тиску газу непрямої дії. Регулювання "до себе" і "після себе". Пілотні регулятори тиску газу. Комбіновані регулятори тиску. Конструкція, призначення окремих компонентів (мембрани, пружини, імпульсні трубки і т.п), принцип дії регуляторів, налаштування на необхідний тиск, показники якості регулювання. Типи і схеми "обв'язки" регуляторів. Основні технічні характеристики.

Переваги і недоліки регулювання тиску газу на блочних ГРП виконаних за класичною схемою, шляхи удосконалення якості регулювання. Адаптивно-прогнозуюча система контролю і керування двохступеневою розподільчою системою газопостачання. Склад системи. Принцип регулювання. Схема взаємодії контролера у найбільш віддаленого споживача і контролера районного регулятора тиску (ГРП). Особливості використання турбодетандерних агрегатів на ГРС, як утилізаторів енергії стисненого газу при зниженні і регулюванні вихідного тиску.

✂ Лабораторне заняття 2

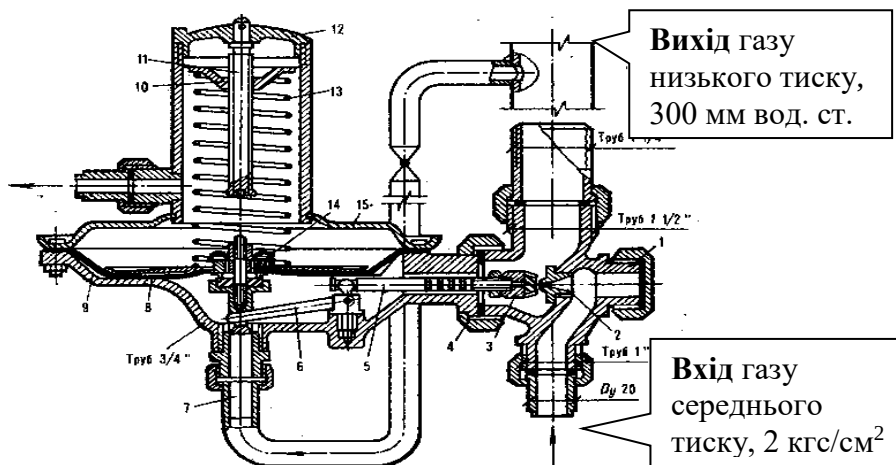
Настроювання і випробування автоматики у блочній ГРУ.

📖 Література: [11]. Мережа Internet: <http://www.gaztechnik.com.ua>

§ Методичні вказівки, теоретичні відомості §

Основна задача автоматизації систем газопостачання (як і регулятора тиску газу) зводиться до підтримання числового значення тиску газу у споживача на заданому рівні. В газопостачанні використовуються регулятори тиску, що принципово не відрізняються від регуляторів загально промислового призначення.

Тиск на вході регулятора завжди **більший за тиск на виході** (наприклад, числові значення: вхідний, середній тиск газу $1,8 \dots 2,6 \text{ кгс/см}^2$, на виході низький тиск газу 300 мм вод. ст.). Для більшості регуляторів енергія необхідна для їх роботи отримується від використання сили тиску того ж газу. Основні компоненти регулятора тиску (на прикладі РД-32. Мал. 19 ↓):

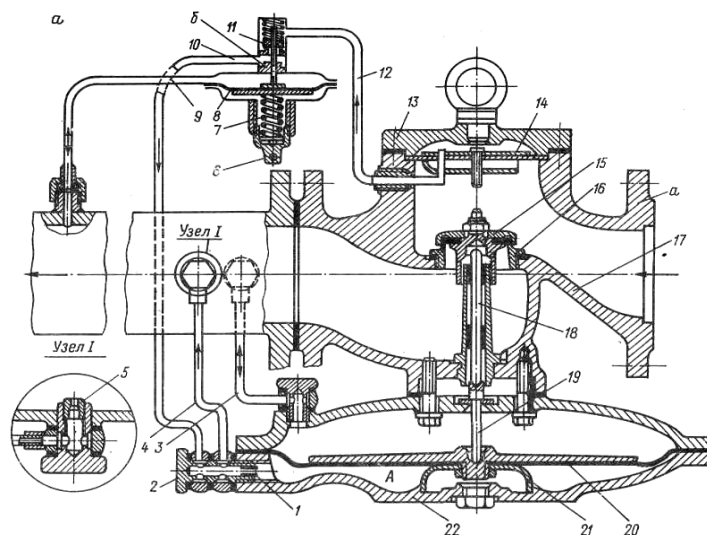


Мал. 19 - Регулятор тиску газу прямої дії РД-32.

- пружина 13 – задає числове значення тиску газу на виході регулятора (створює тиск на верх мембрани 8, $P_{\text{пруж}}$);
- імпульсна трубка 7 (підводить низький тиск газу споживача, $P_{\text{вих}}$ з виходу регулятора до низу мембрани 8. Числове значення.);
- еластична мембрана 8 (виконує математичну функцію: визначає різницю цих тисків і знак, $\pm \Delta P = P_{\text{пруж}} - P_{\text{вих}}$. Знак «+» чи «-» сили різниці тисків ΔP покаже у якому напрямку пересувати шток 5 відносно сідла 2. А числове значення сили, ΔP виконає пересування штоку з клапаном);
- шток 5 з клапаном 3 (отримана сила, ΔP буде пересувати шток з клапаном. Шток через систему ричагів з'єднано з мембраною 8);
- сідло клапана 2 (між сідлом 2 і клапаном 3 є зазор, який автоматично змінюється залежно від об'ємів споживання газу. Коли витрати газу споживачами постійні, зазор не змінюється. Між сідлом 2 і клапаном 3 середній тиск газу "перетворюється" на низький.

Якщо, витрати газу споживачем збільшились (тиск на виході регулятора зменшується) – регулятор збільшує зазор між клапаном 2 і сідлом 3 повертаючи значення вихідного тиску до завданого і навпаки.

У **пілотного регулятора** тиску на мембрану безпосередньо зв'язану зі штоком клапана, діє сила газу низького тиску, $P_{\text{пл}}$ отримана від пілота (а у вище розглянутого РД-32 на мембрану діє сила тиску пружини, $P_{\text{пруж}}$). Розглянемо принцип дії на прикладі РДУК-2. (Література [11], сторінка 90). Пілот задає тиск газу під мембраною 20, $P_{\text{пл}}$.



Мал. 20 - Пілотний регулятор тиску РДУК-2.

На верх мембрани створює тиск газ який подається до споживача, $P_{ВИХ}$ Мембрана 20 виконує $\pm \Delta P = P_{ПЛ} - P_{ВИХ}$ і пересуває шок 18 з клапаном 15.

Треба ясно розуміти, що пілот, це невеликий регулятор тиску газу для обслуговування потреб РДУКа (у РД-32, $P_{ПРУЖ}$ замість $P_{ПЛ}$). Тільки його завдання, змінювати тиск газу під мембраною (порожнина А), залежно від витрат газу (тиску газу) споживачами.

Призначення імпульсних трубок (Мал.20 ↑):

12 – подача газу середнього тиску на вхід пілота;

10 – подача «керуючого» газу низького тиску пілота, $P_{ПЛ}$ під мембрану (числове значення цього тиску, впливає на числове значення тиску, $P_{ВИХ}$);

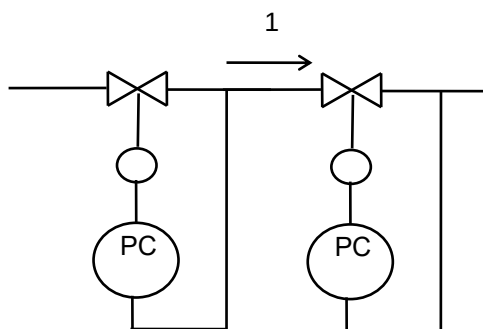
9 – трубка, по якій пілот безперервно отримує інформацію про фактичне числове значення тиску газу, $P_{ВИХ}$ **на виході** регулятора;

4 – невелика частка газу відводиться (скидується) на вихід регулятора РДУК, тому що пілот не може працювати на замкнений об'єм (порожнина А);

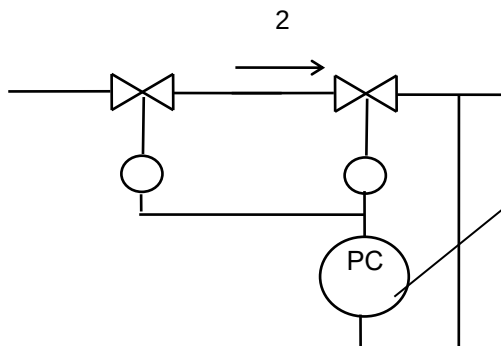
3 – по цій імпульсній трубці на верх мембрани підводиться числове значення тиску газу у споживача (на виході регулятора) $P_{ВИХ}$ для порівняння з $P_{ПЛ}$.

Увага! Регулятори РД-32 та РДУК рідко використовуються. Використані в тексті для пояснення роботи у зв'язку з більш доступною для розуміння конструкцією. Подальшим розвитком конструкції РДУКа є регулятори РДГ (отримали шумогасник в районі вузла клапан-сідло, на вхід регулятора вбудовано запобіжно-запірний клапан, пілот отримує тиск від додаткового регулятора (стабілізатора) **вхідного** (середнього) тиску пілота.

Найбільш часто використовують схему редукування (зниження вхідного тиску) за допомогою одного регулятора тиску.

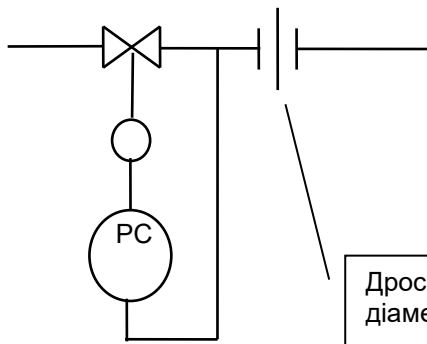


← Мал.21 - Ця схема передбачає редукування при допомозі **двох регуляторів тиску(РД)**, що встановлені послідовно.



Один регулятор з двома клапанами

←Мал. 22 - Ця схема передбачує редукування при допомозі **двох регулюючих органів** (клапанів), що встановлені послідовно.



← Мал.23 - Ця схема передбачує в якості другої ступені редукування дроселів постійного перерізу, що встановлений послідовно з регулятором.

Дросель (постійне різке звуження діаметру. Наприклад, металева шайба)

Існує схема, в якій передбачені два дроселі **на денний і нічний** режими роботи. Переключення дроселів здійснюється дистанційно з диспетчерського пункту, що суттєво впливає на якість регулювання тиску газу.

Перенастроювання регулятора може здійснюватися автоматично з урахуванням не тільки денного та нічного режимів, але й з урахуванням температури навколишнього середовища і числового значення тиску в кінцевій точці системи газопостачання. Такі функції реалізовані у так званих **адаптивно-прогнозуючих** (Мал.52, ↓ Мал.53) системах контролю і керування двохступеневою розподільчою системою газопостачання. В них регулювання тиску газу здійснюється за допомогою регулювальних клапану з вбудованим мікроконтролером.

Турбодетандерні агрегати призначені для перетворення технологічного перепаду тиску в механічну роботу і зниження тиску газу (зазвичай тиск газу на вході 3...5,5 мПа). Використовуються (працюють у складі ГРСтанції) в якості приводу генератора **енергоутилізуючого** комплексу. Наприклад, приводу вала електрогенератора.

! Важливо !

Знати призначення регуляторів тиску, конструкцію, принцип роботи, схему монтажу. Орієнтуватися по типам і основним технічним характеристикам регуляторів тиску, знати правила вибору регулятора для ГРП (звернути особливу увагу на залежність пропускної здатності регуляторів від **вхідного** тиску). При зменшенні тиску газу у споживача (Мал.19 ↑ , Мал.20 ↑) зазор між клапаном 15 і сідлом 16 збільшується. При збільшенні тиску газу у споживача зазор між клапаном і сідлом зменшується. Вміти провести пуск/зупинку, зміну вихідного тиску регулятора. Нерівномірність регулювання у статичних регуляторів тиску прямої дії $\pm 10...20$ %; статичних непрямої дії (з пілотом) та астатичних $\pm 5...10$ %.

↑ Питання для самоконтролю ↓

1. Основні конструктивні компоненти з яких складається регулятор тиску газу.
2. Поясніть принцип дії регулятора тиску газу РД-32.
3. Поясніть призначення і особливості конструкції «будинкового» регулятора тиску?
4. Яким чином змінити числове значення вихідного тиску регулятора?
5. Поясніть принцип дії регулятора тиску газу РДУК-2.
6. Приведіть основні технічні характеристики регулятора тиску.

4.5 Засоби автоматики об'єктів зберігання та розподілу газу.

Автоматика газонаповнювальних пунктів. Автоматика підземних резервуарів з скрапленням газом, газобалонних установок. Системи живлення двигунів внутрішнього згорання : скрапленням (наприклад, ГБО на базі "elpigas" elisa/stella) та стиснутим газом. Автоматика біогазових установок (наприклад, на базі компонентів Siemens CPU315-DP-2, ET200S та OP277 Touch). Функції і робота автоматики.

 **Література:** [11]. Мережа Internet.

§ Методичні вказівки, теоретичні відомості §

ГБО 4-го покоління, газовий інжектор (впорскують пароподібну фазу). Основні вузли: **змішувач** потрібен для змішування парів газу з повітрям (в інжекторних авто встановлюється у повітряпровід); **виносний заправочний пристрій** потрібен для заправки автомобіля газом (кріпиться на кронштейн), з'єднується з мультиклапаном мідною трубою; **вентиляційна коробка**, встановлюється на горловину балона. У випадку витoku газу з балону виводить його з багажного відсіку; **бензиновий клапан** – основна функція перекривати подачу бензину на карбюраторних авто (на інжекторних автомобілях цю функцію виконує емулятор форсунок); **газовий електромагнітний клапан**, складається із вхідного та вихідного штуцерів газу, котушки, відстійника. Виконує наступні функції: перекриває газову магістраль при роботі автомобіля на бензині чи на стоянці + за допомогою фільтра очищує скраплений газ (під тиском) від грязі і домішок; **редуктор** - підігріває суміш пропан-бутану до робочої температури + знижує тиск газу до числового значення близького до атмосферного + переводить газ з скрапленого стану в пароподібний. Пройшовши через редуктор, газ у пароподібній фазі надходить у змішувач (проставку або міксер), де перемішується з повітрям.

Принцип роботи системи розподіленого впорскування (на прикладі Sequen tial valve application). Пропан-бутан з балона через фільтр та газовий електроклапан поступає в одноступеневий редуктор-випаровувач. В редукторі газ випаровується, редуктор знижує тиск газу і регулює тиск до числового значення яке потребує система впорскування (тиск газу який надходить на блок газових форсунок, 0.95 бар для редуктора ANA 04). З редуктора пароподібний газ проходить через другий газовий фільтр і далі по магістралі подається в блок газових форсунок. В блоці газових форсунок в певний час відкриваються клапани і газ проходить через калібровані штуцери до впускних колекторів. Ці штуцери встановлюють як можна ближче до бензинових форсунок на однаковій відстані від впускних клапанів.

Час відкриття газових форсунок встановлюється газовим електронним блоком керування (ЭБУ ГАЗ Stella) на основі сигналу часу відкриття бензинових форсунок окремо для кожного циліндру. Бензинові форсунки під час роботи двигуна відключаються по проводам в жгуті блока керування газу. В цій системі для 6-8 циліндрів використовуються жгути відключення бензинових форсунок. Час відкриття газових форсунок встановлюється на основі часу відкриття бензинових форсунок, при цьому виконується корекція залежності від температури і тиску газу в газовій магістралі. Тиск впорскування газу і навантаження виміряне у впускному колекторі, перетворюється в електричний сигнал за допомогою сенсора тиску. Характер роботи газових форсунок STELLA аналогічний характеру роботи

бензинових форсунок, це дозволяє отримати необхідні параметри роботи двигуна (враховуючи сумісність з EOBD).

Газобалонна автомобільна установка **5-го покоління** Мал.24 ↓ (наприклад, VIALLE). Впорскують газ у рідкій фазі – відмінність від ГБО 4-го покоління, як наслідок відсутній редуктор.



← Мал. 24 - Загальна схема, насос з сенсором рівня та інші компоненти ГБО 5-го

покоління (впорскують у циліндр не пароподібну фракцію газу, а рідку).

5-те покоління використовує «швидкі» форсунки (в Україні, як правило Siemens). Які здатні обробляти імпульси 0,6 мілісекунд (4-те покоління 2,5 мс). Час впорскування газових форсунок зрівнявся з бензиновими форсунками. Потужність двигуна та динаміка розгону повністю ідентичні роботі на бензині.

Двигуни можуть працювати не тільки на скрапленому газі але і на стиснутому у балоні(нах) до $200 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}$. Дизельні двигуни також можуть працювати на газі.

! Важливо !

Увага! Заправку автомобіля стисненим (**Не скрапленим, LNG !**) газом можна здійснювати у приватному секторі, використовував установку, наприклад, MCH-5 (Італія, Coltri). Технічні характеристики: розмір, см 105 x 70 x 67; вага, кг 160; тиск на вході, бар 0,012 - 0,3; тиск на виході, бар 200; продуктивність, 5 м³ /год; електрична потужність, 3 кВт /220 В; температурний діапазон, мінус 15...+45°C. Побутова заправка пройшла експертну оцінку «Держгірпромнагляду», сертифікована в Україні, має дозвіл на підєднання до газової мережі низького тиску, розглядається

как побутовий газовий прилад для автомобілю.

↑ Питання для самоконтролю ↓

1. Призначення редуктора (регулятора тиску) газового балона?
2. Чим принципово відрізняється газова автоматика ГБО 4-го та 5-го поколінь?
3. Які прилади автоматики застосовуються на підземних резервуарах зі скрапленим газом?
4. Які технологічні процеси автоматизовані на біогазових установках?

Розділ 5 ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ СХЕМ АВТОМАТИКИ

5.1 Принципи побудови схем автоматики.

Цифрові умовні позначення трубопроводів на кресленнях для рідин і газів. Умовні позначення в схемах автоматизації і методика побудова умовних графічних позначень (ГОСТ 21.404-85; ГОСТ 2.784-96;). Структурні схеми. Правила складання функціональних схем автоматики газового устаткування.

Практичне заняття № 5

Складання функціональної схеми ГРП або іншої технологічної установки.

 **Література:** [11]. Мережа **Internet:** <http://ahv.kpi.ua/wp-content/uploads/%D0%A2%D0%97%D0%90-1-%D0%9A%D0%A0%D0%9011.pdf>

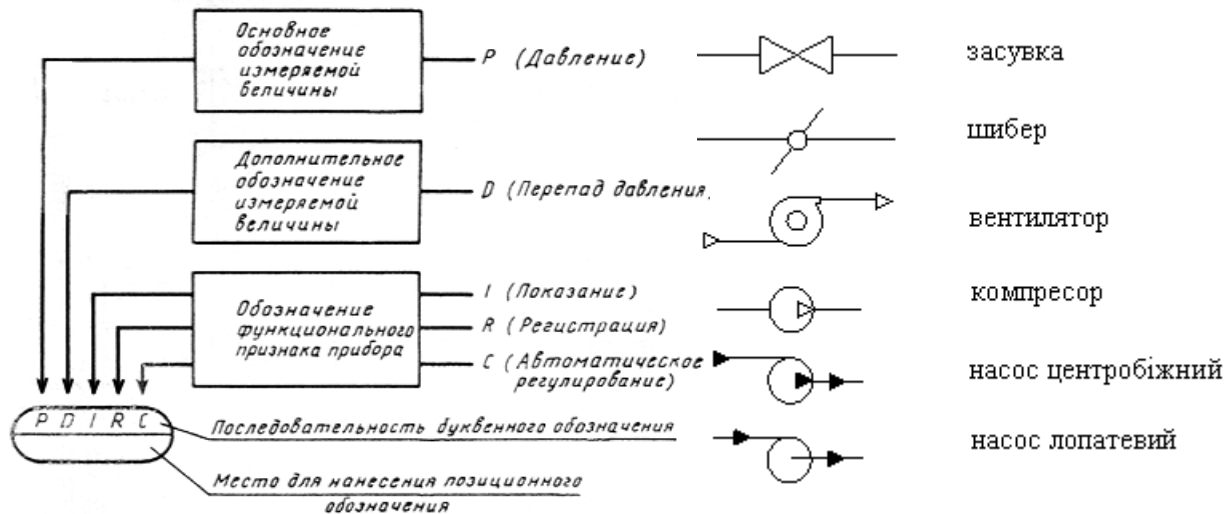
§ Методичні вказівки, теоретичні відомості §

Таблица 1 - ГОСТ 2.784-70. Условные цифровые обозначения трубопроводов для жидкостей и газов

Назва середовища що транспортується трубопроводом	Позначення на схемі	Назва середовища що транспортується трубопроводом	Позначення на схемі
Вода	-1-1-	Горючі і вибухонебезпечні гази:	
Пара	-2-2-	водень	-16-16-
Повітря	-3-3-	ацетилен	-17-17-
Азот	-4-4-	фреон	-18-18-
Кисень	-5-5-	метан	-19-19-
Інертні гази:		етан	-20-20-
аргон	-6-6-	етилен	-21-21-
неон	-7-7-	пропан	-22-22-
гелій	-8-8-	пропилен	-23-23-
криптон	-9-9-	бутан	-24-24-
ксенон	-10-10-	бутилен	-25-25-
Аміак	-11-11-	Противопожежный трубопровод	-26-26-
кислота(окислювач)	-12-12-	Вакуум	-27-27-
Луг	-13-13-		
Масло	-14-14-		
Рідке пальне	-15-15-		

Таблиця 2 - ГОСТ 21.404-85. АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах.

Буква на схемі	Вимірювана величина (ВВ)		Функції приладу
	Основне значення першої букви	Додаткове значення ВВ	
A			Сигналізація
C			Регулювання
D	Щільність, густина	Різниця, перепад	
E	Будь яка електрична величина		Первинне перетворення
F	Витрата	Співвідношення, частка, дріб	
G	Розмір, положення, переміщення		
H		Верхня границя вимірюваної величини	Ручна дія
I			Показування
J			Автоматичне переключення, оббігання
K	Час, часова програма		Станція керування
L	Рівень	Нижня границя вимірюваної величини	
M	Вологість		
N, O	Резервні букви		
P	Тиск, вакуум		
Q	Якість, склад, концентрація	Інтегрування, додавання	
R	Радіоактивність		Реєстрація
S	Швидкість, частота		Включення, виключення, перемикання (контакти)
T	Температура		Проміжнеперетворення, дистанційна передача
U	Кілька різнойменних величин		
V	В'язкість		
W	Маса		
Y			Перетворення, обчислення функції (АЦП, ЦАП)



Мал.25-Методика побудови графічних умовних позначень, ГОСТ 21.404-85.

У верхній частині кола наносяться буквені позначення вимірювальної величини і функціонального признаку приладу.

Порядок розташування буквених позначень (зліва направо) повинен бути наступним:

1. Позначення основної вимірювальної величини.
2. Позначення, уточнює (як що це необхідно) основну вимірювану величину.
3. Позначення функціонального признаку приладу.

В нижній частині кола наносять позиційне позначення (цифрове або буквенно-цифрове), яке служить для нумерації вимірювання або регулювання або окремих елементів комплексу по замовленій специфікації проекту.

В окремих випадках, коли позиційне позначення приладу не поміщається в колі, допускається нанесення його ззовні кола.

Функціональна схема автоматизації (ФСА) є основним технічним документом, який визначає структуру та функціональні зв'язки між технологічним процесом і системами автоматичного контролю та вимірювання, регулювання, сигналізації, захисту та блокування.

Всі прийняті рішення з автоматизації окремих виробничих процесів відтворюють на спрощеній функціональній схемі автоматизації, котрі проектують згідно з правилами розробки Функціональних Схем Автоматики тільки без розшифровки конкретних засобів автоматизації. При спрощеному способі не показують первинні перетворювачі і всю допоміжну апаратуру. Прилади і засоби автоматизації, що здійснюють складні функції (контроль, регулювання, сигналізацію, тощо) і виконані у вигляді окремих блоків, показують одним умовним графічним позначенням. На спрощених ФСА присвоюють номери позицій окремим контурам автоматизації та вказують окремі функціональні ознаки окремих контурів. Такий метод простий і вимагає менших затрат праці, але не дає уяви про місце розміщення автоматичних пристроїв (на щитах, пультах, в шафах). Для розшифрування спрощених ФСА і складання елементних ФСА вибирають конкретні технічні засоби автоматизації і місце їх встановлення.

Виконання ФСА здійснюється викреслюванням на листі з використанням певних вимог до графічних зображень елементів як технологічного процесу, так і засобів автоматизації, зв'язків між ними, пунктів контролю та вимірювання,

регулювання, автоматизації, захисту та блокування. При створенні ФСА необхідно вирішити такі основні задачі як:

- визначити певний рівень автоматизації технологічних процесів;
- вибрати всі засоби автоматизації: які би дали можливість реалізувати обґрунтовані системи контролю та вимірювання, регулювання, сигналізації, захисту та блокування.

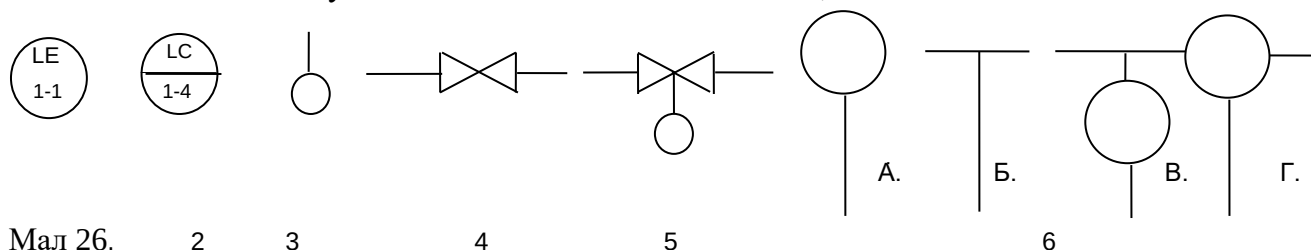
Якщо, на деяке спеціальне обладнання відсутні умовні графічні позначення, то їх виконують за вказівками проектних організацій, або використовують існуючу технічну чи проектну документацію.

При зображенні технологічного обладнання, окремих його елементів, трубопроводів і потоків, необхідно давати відповідні текстові пояснення (наприклад, назву технологічного обладнання, його номер, вказувати напрями потоків, у розриві ліній-потоків ставити відповідні цифри, які вказують на тип речовини та пояснення до цих цифр, які введені самостійно, тощо (таблиці 1 та 2).

Всі елементи, які входять у системи автоматичного контролю та вимірювання, регулювання, сигналізації, захисту та блокування, наприклад: давачі вторинні вимірювальні прилади, задавачі, автоматичні регулятори, кнопки керування, магнітні пускачі, перетворювачі (ЦАП), засоби обчислювальної техніки, крім виконавчих механізмів та регулюючих органів, зображають на ФСА у вигляді кола діаметром 10 мм (див. Мал.26.1 ↓). **прилад по місцю**, (Мал 26.2 ↓) прилад встановлено на щиті.

Виконавчий механізм зображають як показано на Мал.26 4 ↓. Регулюючий орган зображають згідно Мал.26 5 ↓. На ФСА виконавчі механізми та регулюючі органи викреслюють на технологічних потоках: які показують лініями: тобто зображення: що на Мал.26. 3 і 4 суміщаються в одне 5 ↓.

Окремі елементи на ФСА з'єднують між собою лініями зв'язку (пряма товщиною 0,5мм). Чутливий елемент **сенсора** показують на технологічних потоках, або на технологічному обладнанні згідно Мал 26. 6 де,



А-пряма, що зображає потік, є дотичною до графічного зображення сенсора;

Б-чутливим елементом сенсора є імпульсна трубка (таке зображення властиве при зображенні пружинних і рідинних манометрів, термометрів розширення та манометричних термометрів);

В-від прямої, що зображає потік, проводять довільної довжини лінію зв'язку, а потім подають графічне зображення сенсора;

Г-графічне зображення сенсора розташовують на перетині потоку (таке зображення властиве лише сенсорам витрати); на технологічному обладнанні.

Приклад побудови умовного позначення приладу. ↓

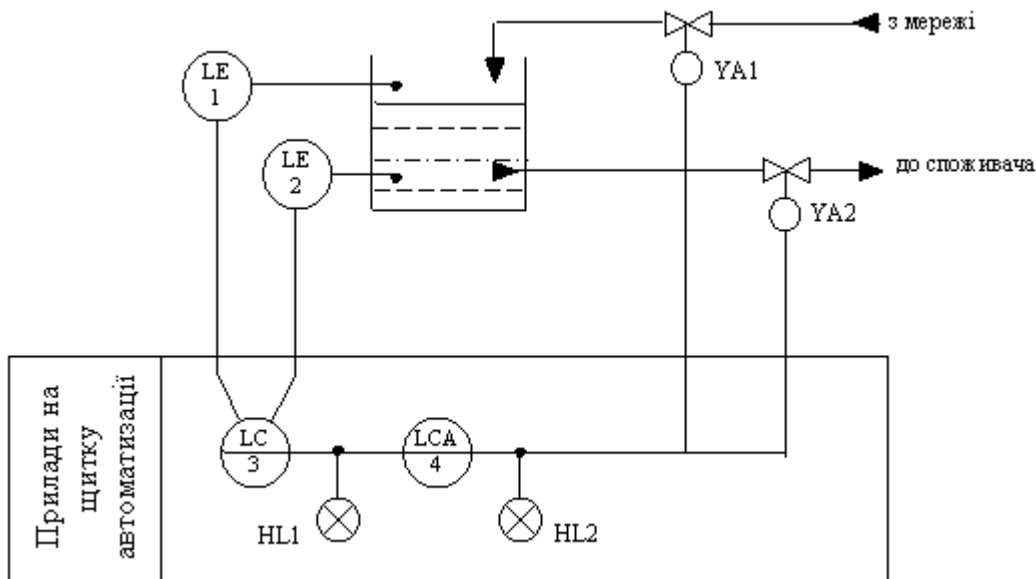
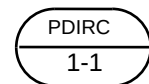
1- вимірювана величина (Р- тиск);

2- уточнення вимірюваної величини (D- перепад тиску);

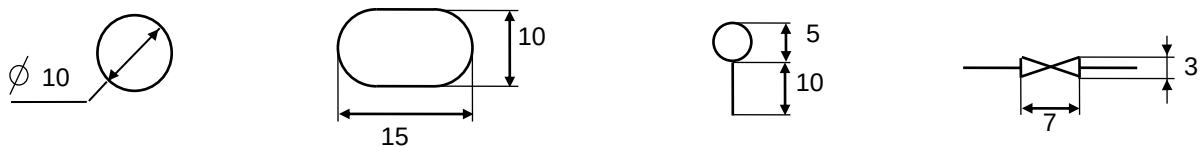
3,4,5 - функціональні признаки приладу (I- показ, R- реєстрація,

С- автоматичне регулювання, тобо прилад виконує ці функції);
1-1- номер позиції по ФСА (функціональній схемі автоматики)

Прилад встановлено на щиту керування (риска посередині) →



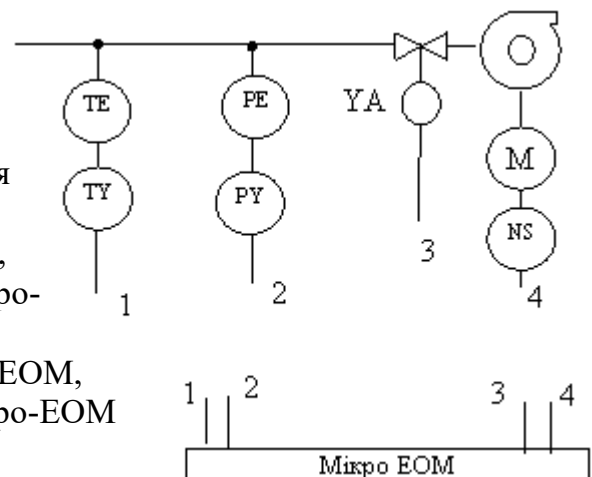
Мал. 27 - Приклад. Фрагмент виконання ФСА системи регулювання рівня води.



Мал.28 - Розміри графічних умовних позначень.

! Важливо !

Вміти орієнтуватися по таблицям 1, 2 ↑
визначаючи умовні позначення притаманні
приладам (манометри, термометри та ін).
Вміти самостійно будувати умовне позначення
вимірювального приладу. **Мікроконтролери**
(мікро-ЕОМ) відображаються на схемах знизу,
при цьому таблиця не малюється. Зліва на мікро-
ЕОМ вказують вводи від сенсорів, праворуч –
виводи на ВМ. Сенсори, що пов'язані з мікро-ЕОМ,
мають цифрові перетворювачі. У схемах з мікро-ЕОМ
частіше за все застосовують виноски.



↑ Питання для самоконтролю ↓

1. Основні правила побудови функціональних схем автоматики.
2. На Мал. 27 ↑, використовуючи Таблицю 1 визначіть розташування (на щиту/по місцю) і функціональне призначення всіх приладів автоматики.
3. Накресліть умовне позначення звичайного манометра встановленого на газопроводі

Розділ 6 ЗАСОБИ АВТОМАТИКИ ГАЗОВОГО ГОСПОДАРСТВА

6.1 Автоматика газових плит.

Мета і об'єм автоматизації газових плит. Функціональна схема контролю і регулювання. Регулювання температури у духовій шафі. Робота автоматики безпеки при зникненні полум'я. Електричний пристрій автоматичного розпалювання. П'єзорозпалювальний пристрій. Конструкція, фізичні процеси, принцип дії.

 **Література:** [11], [13]. Мережа Internet.

§ Методичні вказівки, теоретичні відомості §

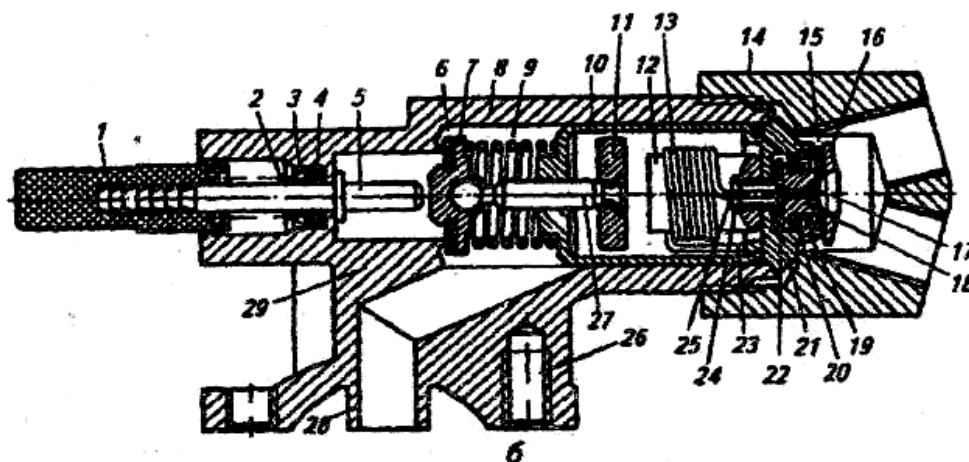
Об'єм автоматизації сучасних газових плит: припинення подачі газу при погасанні пальника (ручка крану пальника залишається в положенні «відкрито»); розпалення конфорок поворотом ручки крану, регулювання температури в духовці з індикатором t° ; таймер часу приготування страв із звуковим сигналом; електропривод для приготування страв у духовці.

Автоматика контролю полум'я 4-х пальників плити складається з 4-х сенсорів (термопар), встановлених по одній на пальник в зоні полум'я. Від однієї термопари виходять 2-а електричних проводи (один, це металевий корпус плити), які під'єднані до котушки (позиція 16, Мал.29 ↓) з мідного проводу електромагнітного клапану.

Електромагнітний клапан вбудовано у кран подачі газу на пальник. Принцип дії автоматики (на прикладі поверхні Ariston TD 640): тиснемо вниз, на ручку крана, 1 подачі газу у пальник → спрацьовує електророзпал (чути сухе тріскотіння високовольтного джерела) → повертаємо проти годинникової стрілки ручку крана подачі газу на пальник, продовжуючи тиснути вниз (примусово відкриваємо клапан, 7 переборюючи опір пружини клапану) . Газ спалахнув, але ми продовжуємо тиснути 5 секунд, щоб розігріти термопару.

Термопара виробляє електроенергію, подає її на котушку, 13 електромагніту металевий шток, 11 ще сильніше притягується до осердя, 12 електромагніту, переборюючи силу пружини клапану, 9. Зі штоком, 11 зв'язаний клапан подачі газу, 7 на пальник плити. При відпусканні ручки крану клапан остається у відкритому стані, газ продовжує горіти. Тобто зовнішня сила (попередньо прикладена) для утримання клапану у відкритому стані не потрібна, її замінила сила електромагніту (який отримує електроенергію від нагрітої полум'ям термопари). Термопара (сенсор), як правило Хромель-Копелева, при характерній робочій температурі $+500...+600^{\circ}\text{C}$ виробляє термоелектрорушійну силу (ЕРС) до 15 міліВольт.

Якщо, з любых причин погасне полум'я, термопара охолоджується і припиняє вироблення електроенергії. Електромагніт без електроенергії не може утримувати шток, 11 з клапаном, 7 і пружина відкидає їх на закривання клапану. В зв'язку з інерційністю термопари, повне припинення подачі газу станеться через 5...8 секунд (електромагніт відпускає, якщо прислухатися, чути характерний щовчок). Кран подачі газу остається у відкритому стані, але газ на пальник не поступає.



↑ Мал.29- Схема термоелектричного клапана безпеки (електричні контакти автоматичного розпалу не показані).

1 - ручка крана пальника; 2 - пружина; 3 - шайба; 4, 20 - ущільнюючі кільця; 5 - штовхач; 6 - прокладка; 7 - клапан штока; 8 - корпус; 9 - пружина клапана; 10 - стакан; 11 - шток; 12 - осердя; 13 – мідна електрична котушка; 14 - з'єднувальна гайка; 15, 19, 22 - ізоляційні шайби; 16 - клемма; 17- прилив; 18 - контакт; 21 - цоколь; 23 - кінець електричної обмотки; 24 - заклепка; 25 - електричні проводи обмотки; 26 - гумове ущільнення; 27 - вісь штока; 28 - прилив; 29 - сідло клапана.

Автоматика регулювання температури у духовій шафі газової плити. Характерний діапазон терморегулювання $+150...+350^{\circ}\text{C}$, шкала терморегулятора проградуєвана. Закон регулювання – пропорційний. Використовують манометричні або дилатометричні регулятори температури.

! Важливо !

Треба добре зрозуміти і запам'ятати роботу термопари з електромагнітним клапаном (подавання/припинення газу на пальник). Вивчаючи різні автоматизовані газоспалюючі пристрої, Ви зрозумієте, що це вкрай поширене схемо-технічне і конструктивне рішення.

↑ Питання для самоконтролю ↓

1. Чим принципово відрізняється розпалення пальника з використанням п'єзоефекту, від розпалення за допомогою іншого джерела електроенергії?
2. Поясніть роботу автоматики Вашої побутової плити.
3. Поясніть принцип роботи любого регулятора температури у духовій шафі побутової плити.
4. Поясніть принцип роботи автоматики безпеки газової плити.

6.2 Автоматика проточних водонагрівачів.

Мета і об'єм автоматизації. Функціональна схема контролю і регулювання. Конструкція, фізичні процеси, робота автоматики безпеки і регулювання. Основні технічні характеристики.

📖 Література: [11], [13]. Мережа Internet.

§ Методичні вказівки, теоретичні відомості §

Об'єм автоматизації проточних водонагрівачів: автоматичне регулювання потужності від протоку води, обмежувач температури теплообмінника (85...90 °С), контроль наявності полум'я, контроль t° відпрацьованих газів, електричне розпалювання від батарейок ($2 \times 1,5$ Вольт). Ручне регулювання потужності (зазвичай 50–100%). Регулятор протоку води.

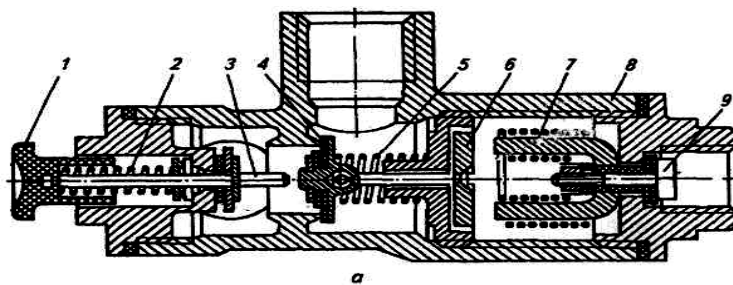
Роботу **автоматики безпеки** розглянемо на прикладі проточного водонагрівача ВПГ-18М. Принцип роботи електромагнітного клапана полягає в наступному (Мал.30 ↓). При натисненні на кнопку 1 шток 3 кнопки переміщається управо, упирається в тарілку верхнього клапана 4 і, долаючи зусилля пружини 5, віджимає його від сидла. Внаслідок цього газ прямує до газової частини водогазопальникового блоку. Якщо ручка газової частини блоку знаходиться в положенні, що забезпечує подачу газу на запальний палик, то палик розпалюється і полум'я її обігриває спай термопари.

Електрична напруга, що виникла поступає в обмотку котушки через гвинт 9. Внаслідок цього електромагніт має можливість утримувати в притиснутому до сердечника 7 положенні якір 6.

Після того, як електромагнітний клапан забезпечить вільний прохід газу, приступають до розжигу основного палика. Для цього досить перевести ручку апарату по ходу годинникової стрілки, і газ, виходячи через сопла і секції основного палика всередину вогняної камери, запалав від полум'я запального палика.

У газовій частині водогазопальникового блоку з лівого боку кріпиться трійник, через який газ поступає до запального палика і одночасно через сполучну трубку — під ковпак датчика тяги.

Якщо розрідження буде нижче за допустиму межу, то газу, що відходять, потраплять в приміщення кухні і нагріватимуть біметалічну пластину датчика тяги. Пластина поступово вигнеться, піднімається її вільний кінець, і клапан відійде від сидла. Це приведе до розгерметизації трубки, що сполучає трійник і датчик тяги. Відбудеться згасання полум'я запального, охолодження спаю термопари і спрацьовування електромагнітного клапана. При цьому під дією пружини 5 клапан 4 щільно притиснеться до свого сидла і перекриє прохід газу на основний і запальний палики.

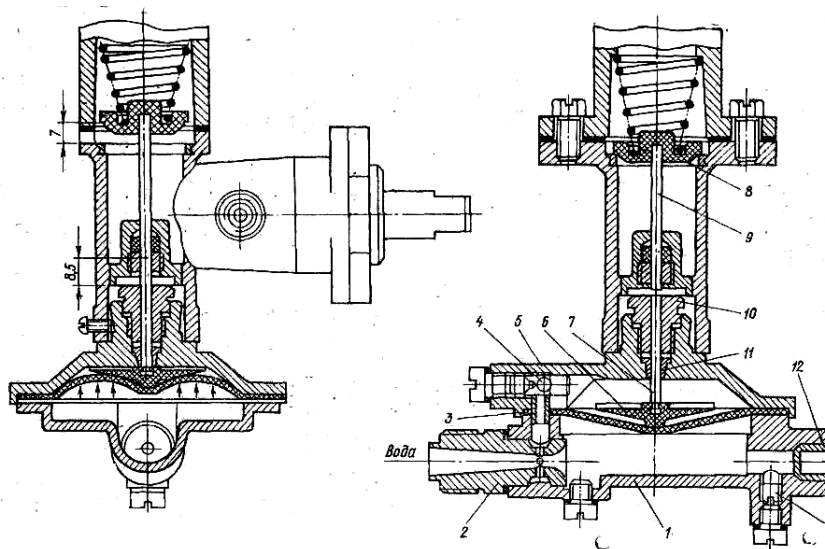


Мал. 30 - Електромагнітний клапан ЭМК-П-15.

1 - кнопка; 2, 5 - пружини; 3 - шток; 4 - клапан; 6 - якір; 7 - залізне осердя; 8 - корпус; 9 - гвинт.

Принцип роботи такої **автоматики безпеки** полягає в наступному. У зону горіння запального пальника вводять термопару. Унаслідок нагрівання термопари виникає ЕДС, яка передається на обмотку електромагніту, пов'язаного з клапаном. Електромагніт утримує клапан у відкритому положенні і забезпечує доступ газу до пальника приладу. При припиненні горіння полум'я запального пальника відбувається охолодження термопари, електромагніт перестає утримувати клапан і він під впливом пружини перекриває прохід газу до всіх пальників.

Окрім цього повинно бути блокування подачі газу в пальник залежно від наявності протікання води через теплообмінник це виконується клапаном, що має привід через шток від мембрани, розміщеної у водяному вузлі.



Мал.31 - Схема газового блок крану нагрівача (призначення: автоматично припинить подачу газу на пальники у випадку зниження тиску води).

Блокування подачі газу в пальник залежно від наявності води через водонагрівник виконується клапаном, що має привід через шток від мембрани, розміщеної у водяному вузлі.

Для забезпечення плавного запалювання пальника при подачі води передбачено кульковий уповільнювач запалювання, що працює при витіканні води з надмембранної порожнини як зворотний клапан. Цей клапан частково перекриває переріз каналу і тим самим уповільнює рух мембрани догори, а відповідно, і швидкість запалювання пальника.

У більшості моделей блок-кран являє собою вузол автоматичного регулювання проходження газу до основного пальника залежно від наявності води. Необхідність такого блокування викликана активністю перегріву і руйнування елементів теплообмінника при відсутності води.

Схема блок крана показана на Мал.31 ↑. У водяній камері, яка складається з корпусу 1 і кришок 5 розміщена чашкова мембрана 3, через тарілку 6 мембрана з'єднана з водяним штоком 7. У кришці камери шток ущільнений фторопластовим сальником 11 і затягнутий штуцером 10. На вході в водяну камеру встановлено фільтр 12 і регулювальний гвинт 13.

При закритих кранах водорозбору тиск у верхній і нижній частинах камери вирівнено і мембрана займає нижнє положення. При відкриванні крана вода,

протікаючи через, трубку Вентурі 2, інjektує воду з верхньої частини камери через канал, в якому розміщено кульковий сповільнювач 4.

Мембрана за рахунок зниження тиску у верхній камері піднімається і через тарілку 6 штовхає догори водяний шток, який в свою чергу діє на самостійний шток 9 газового вузла, відкриваючи клапан 8. Клапан відкривається повільно за рахунок дії кулькового сповільнювача.

Газ надходить через змішувач основного пальника. В порожнину газового вузла газ подається через пробковий кран, який повинен бути попередньо відкритий. При припиненні водорозбору мембрана опускається і газовий клапан під дією конусної пружини перекриває доступ газу до основного пальника.

Органом, що забезпечує перетікання води з підмембранної порожнини у вихідну трубку і зниження в цій порожнині тиску, є трубка Вентурі. Вода перетікає в трубку Вентурі через отвір в її шийці. Потік води в змішувач теплообмінника в момент водорозбору, інjektує перетікання води з верхньої камери через спеціальну перепускную трубку, обладнану на вході кульковим клапаном сповільнювача. Рухомо кулька частково перекриває перепускний канал за рахунок чого перетікання сповільнюється і газовий клапан відкривається повільно. Цьому ж сповільненню запалювання основного пальника сприяє і конструкція самого газового клапана, виготовленого таким чином, що в першій фазі його відкривання газ проходить через невеликий кільцевий зазор між циліндричним пояском клапана і каналом сідла, а потім, при повному відкритті клапана, використовується весь прохідний переріз. Застосування трубки Вентурі дає можливість, установити пружину на газовому клапані з зусиллям 4 кгс при підйомі клапана на 15 мм. Це забезпечує надійне перекривання подачі газу при відсутності водорозбору.

! Важливо !

Знати кількість, призначення і розуміти принцип роботи сенсорів автоматики безпеки. Розглянути систему розпалення сучасних ВПГз хімічними джерелами електроживлення (гальванічними батарейками).

↑ Питання для самоконтролю ↓

1. Поясніть роботу автоматики безпеки при недостатньому тиску води.
2. Поясніть роботу автоматики безпеки в випадку погасання полум'я запальника.
3. Як здійснюється регулювання температури води?
4. Поясніть принцип роботи автоматики **безпеки** на базі трубки Вентурі.

6.3 Автоматика газових опалювальних побутових апаратів.

Методи нагріву і регулювання температури повітря в приміщенні, рекуператори в системах опалення і вентиляції. Фізичні процеси. Мета і об'єм автоматизації. Робота автоматики безпеки, сигналізації. Робота автоматики регулювання (по температурі води в системі опалення; по температурі повітря в приміщенні; по температурі в приміщенні і зовнішній температурі). Функціональні схеми контролю і регулювання.

Автоматизація опалювального апарату з використанням цифрових технологій. Робота автоматики з місцевими регуляторами температури (радіаторними), гідравлічна стрілка. Робота конденсаційного газового опалювального апарату з альтернативним джерелом енергії (наприклад, сонячної). Конструкція, фізичні

процеси, основні технічні характеристики.

Особливості вибору опалювального апарату і функції автоматики для роботи в системі «розумний будинок».

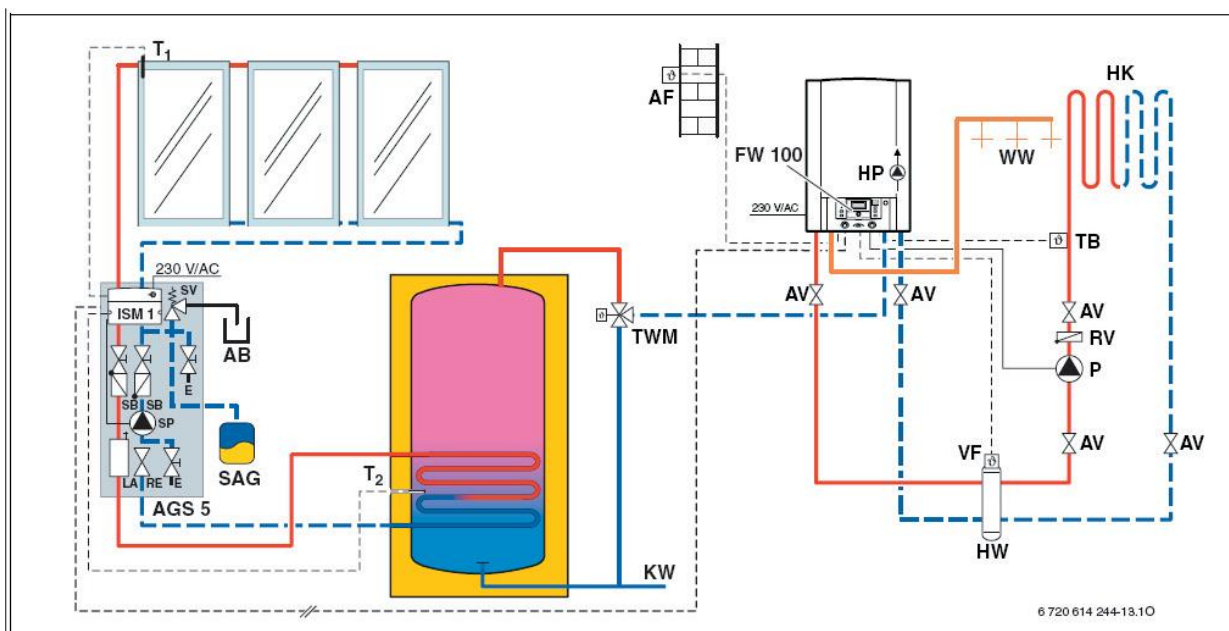
✂ Лабораторна робота 3

Дослідження елементів автоматики газових опалювальних апаратів.

📖 Література: [11], [13]. Мережа Internet: www.junkers.ua; indukr.com.ua/33012G.htm

§ Методичні вказівки, теоретичні відомості §

В автоматичі сучасного побутового конденсаційного опалювального приладу можна умовно виділити: блок автоматики **регулювання** і блок автоматики **безпеки**. Мінімальний об'єм автоматики регулювання сучасних конденсаційних двоконтурних опалювальних котлів: регулятори температури опалення та гарячого водопостачання.



↓ Мал. 32 - Гідравлічна схема котла з **геліоустановкою** для підігріву води в баку-накопичувачі (на даху будівлі геліоколектор -три секції з трубами, разом із сенсором температури T_1). Насос, SP забезпечує циркуляцію теплоносія між геліоколектором та теплообмінником бойлера накопичувача). <http://www.junkers.ua>

AB-резервуар-уловлювач; AF-сенсор температури навколишнього середовища; AGS 5- геліостанція; AV-запірна арматура; E-злив/підживлення; FW 100-погодний регулятор температури; **HK**-контур опалення; HP- насос котла, контура опалення; ISM 1-геліомодуль для приготування розхідної гарячої води (обмінюється даними з основним регулятором по 2-х провідній шині); KW-вхід холодної води; LA-повітрявідділювач; RE-регулятор розхідного потоку геліоконтура з індикацією; RV-зворотній клапан; SAG-розширювальна ємність водогрійного геліоконтура; SB-гравітаційний зворотній клапан; SP- насос геліоконтура; SV-запобіжний клапан; TB-термоелектричне реле-обмежувач температури; TWM-термостатичний змішувач гарячої розхідної води; **WW**-вихід гарячої розхідної води на сантех обладнання; T_1 -сенсор температури геліоколектора (NTC); T_2 -сенсор температури в бойлері (зона геліотермічного нагрівання) (NTC); VF- сенсор температури води у прямому

трубопроводі; НВ-гідравлічна стрілка; Р- додатковий насос опалювального контура підлоги.

Гідравлічна стрілка як додатковий елемент регулювання системи опалення. Гідравлічна стрілка відділяє контур опалення котла від контура опалення кімнат (це теплообмінник - розподільувач). Потрібен додатковий циркуляційний насос для підлоги. Таке регулювання там, де радіатори опалення, плюс «тепла підлога», використовують як правило погодні регулятори t° . Блок **автоматики безпеки** повністю припиняє подачу газу на пальники у аварійних випадках.

Автоматика безпеки (здійснює повне припинення подавання газу на пальники у випадку аварії): іонізаційний контроль полум'я, запобіжний клапан (збитковий тиск у опалювальному контурі), зниження тиску теплоносія, захист від замерзання, вбудований контроль різниці тиску на лініях подачі повітря і виходу відпрацьованих газів, захист від перегріву, контроль щільності закриття газового клапану, неякісне електропостачання, несправність автоматики. Аварійні причини припинення подачі газу висвічуються на рідкокристалевому дисплеї.

Блок **автоматики регулювання** здійснює підтримання, t° води на виході з газового нагрівального приладу, шляхом зменшення / збільшення подавання газу на пальники.

Додатково може бути: індивідуальна настройка і встановлення режимів (програмація температури повітря в кімнаті), врахування температури за межами будинку (погодні регулятори). Зчитування інформації про параметри котла, індикація помилок і несправностей, термометр з цифровою шкалою, манометр тиску в опалювальній системі. Наприклад, можна розглянути автоматику Heatronic з регулятором FW100 або FW200 для регулювання температури теплоносія побутового конденсаційного котла Cerapur Asu ZWSB 22/28-3 A 23. Мал.32 ↑.

! Важливо !

Настав час технології «розумний будинок». Опалювальний прилад є одним з елементів обладнання, керування яким здійснюється з одного загального пульта для всього будинку (найчастіше використовують планшетний комп'ютер). Як правило, можливе керування (зміна настройки числового значення температури в приміщенні) і контроль параметрів опалювального котла по GSM-каналі. Для реалізації технології «розумний будинок», повинен бути відповідний опалювальний прилад.

Розглянемо можливу схему (Мал.33 ↓) керування котлом для роботи в системі «розумний будинок», в якій управління режимом опалення здійснюється дистанційно по радіоканалі. **Функції:**

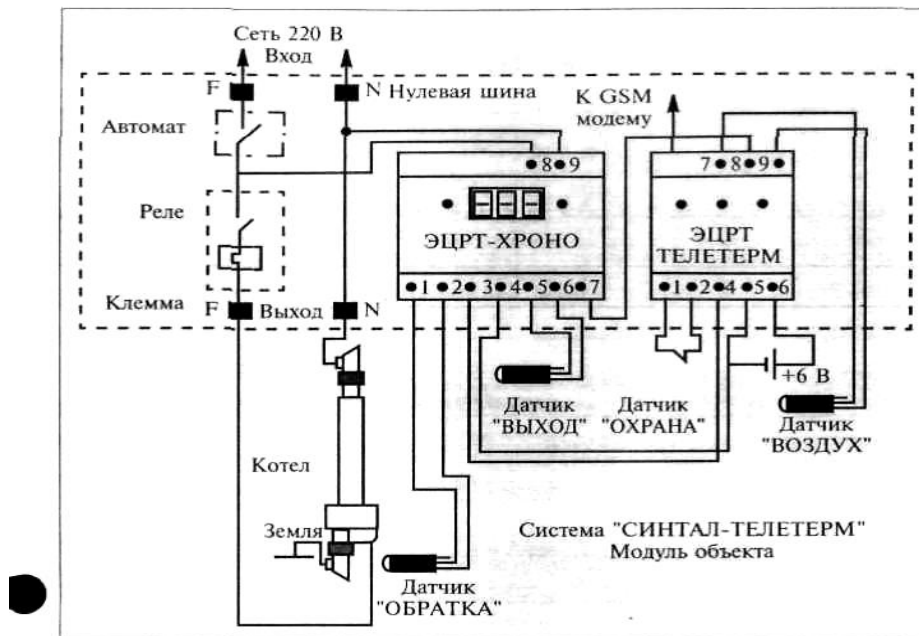
- Управління локальними об'єктним модулем від смартфона по стільниковому каналі;
- Прийом запитів і команд від смартфона контролерами ЕЦРТ-ТЕЛЕТЕРМ за допомогою GSM модемів і формування керуючого сигналу для регуляторів ЕЦРТ-хроно;
- Моніторинг стану мережі, напруги резервного акумулятора, температури електрообладнання та несанкціонованого доступу на тепловий пункт об'єкта; передача на смартфон повідомлень про критичні ситуації на об'єкті;
- Комутація силових ланцюгів котла.

Архітектура. Система складається з об'єктного модуля, що включає в себе цифровий регулятор ЕЦРТ-хроно, який керує роботою котла в будівлі. Смартфон через сотові канали зв'язку за допомогою GSM модему, підключених до контролера ЕЦРТ-ТЕЛЕТЕРМ, який в свою чергу, керує роботою енергозберігаючого регулятора ЕЦРТ-хрон. Температура води в котельній системі і в приміщеннях вимірюється

цифровими сенсорами температури DS18S20 (США).

Центральним елементом об'єктного модуля є контролер ЭЦРТ-ТЕЛЕТЕРМ. Фактично

- це регулятор температури з температурною уставкою, що задається дистанційно, від смартфона .



↑ Мал. 33 - Функціональна схема системи СИГНАЛ-ТЕЛЕТЕРМ.

Примітка. Контроль побутової системи опалення можна створити на базі контролера APB MRDL12. До складу системи входять блок живлення 24 В (з акумулятором), контролер APB-MRDL12, GSM-модем, датчик температури і вологості виробництва фірми "Gondo" (Тайвань) та сенсор напруги, 220 В.

Усвідомити роботу автоматики двоконтурного газового котла з альтернативним джерелом енергії для приготування розхідної води (гаряче водопостачання) Мал.32↑

Усвідомлювати принцип роботи, причини встановлення радіаторних терморегуляторів (наприклад, Данфосс).

Розглянути принцип роботи «простих» автоматик котлів побутових вітчизняного виробництва (наприклад, "ФАКЕЛ - 2 - 01").

↑Питання для самоконтролю ↓

- 1.Посніть суть роботи автоматики ISM геліомодуля, у випадку нагрівання води у бойлері-накопичувачі без спалення газу (Мал.32 ↑, зверніть увагу на сенсори температури T_1 та T_2).
2. Які функції виконує автоматика регулювання температури приладу для опалення будинку Мал.32 ↑ ?
3. Поясніть функції автоматики регулювання і безпеки вашого побутового опалювального котла.
- 4.У чому сенс встановлення на кожен радіатор опалення терморегуляторів, у кожній кімнаті, коли значення температури в опалювальному контурі і без них підтримує автоматика котла?

6.4 Автоматика інфрачервоних газових опалювальних апаратів.

Мета і об'єм автоматизації. Функціональна схема контролю і регулювання.

Конструкція, фізичні процеси, основні технічні характеристики. Робота автоматики безпеки. Робота автоматики регулювання. Основні технічні характеристики побутових і промислових ІЧ - нагрівачів. Переваги і недоліки використання по відношенню до традиційного способу обігріву приміщень.

📖 Література: [13]. Мережа Internet: www.adrian.eu

§ Методичні вказівки, теоретичні відомості §

Для прикладу, розглянемо автоматику промислового інфрачервоного нагрівача Adrian-rad A 13. (Мал.34 ↓, Мал.35 ↓). Оснащення елементами безпеки, регулювання та вимірювання: **Редуктор тиску D50**. Знижує тиск газу 30 - 400 кПа до значення 2 килоПаскаль. У разі підключення обігрівача до газопроводу низького тиску редуктор тиску не використовується. Витрата газу 3,2 - 6 м³/годину

Газовий блок SIT. Складається з двох електромагнітних клапанів, регулятора тиску, яким можна налаштувати необхідний тиск на форсунці. Газовий блок має два місця для вимірювання вхідного і вихідного тиску. Для A13 використовується газовий блок з прискореним відкриттям клапанів.

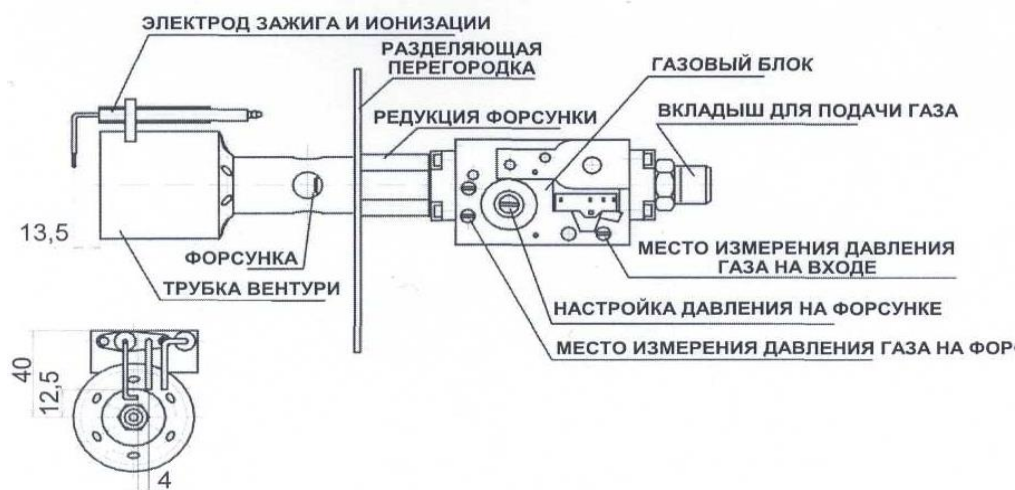
Диференціальний пресостат (диференційний манометр). Диференціальний пресостат вимірює різницю тиску між вентиляторної камерою і навколишнім середовищем (в камері горіння). Контролює роботу вентилятора і в випадку його несправності блокує запуск обігрівача. Параметри: - Р_{мах} 5 кПа, Робочий діапазон 20-150 Па

Електроніка автоматики запалювання й керування роботою пальника. Забезпечує вірну роботу газового пальника, виробляє імпульси високої напруги VN для запалювання газу, контролює правильність горіння за допомогою контролю струму іонізації. Ступені захисту: - провітрювання труб більше 10 сек. (Для автоматики SIT 537 ABC приблизно 43 сек.); - Запалювання полум'я до 10 сек.; - Відключення при перериванні ланцюга струму іонізації до 3 сек.

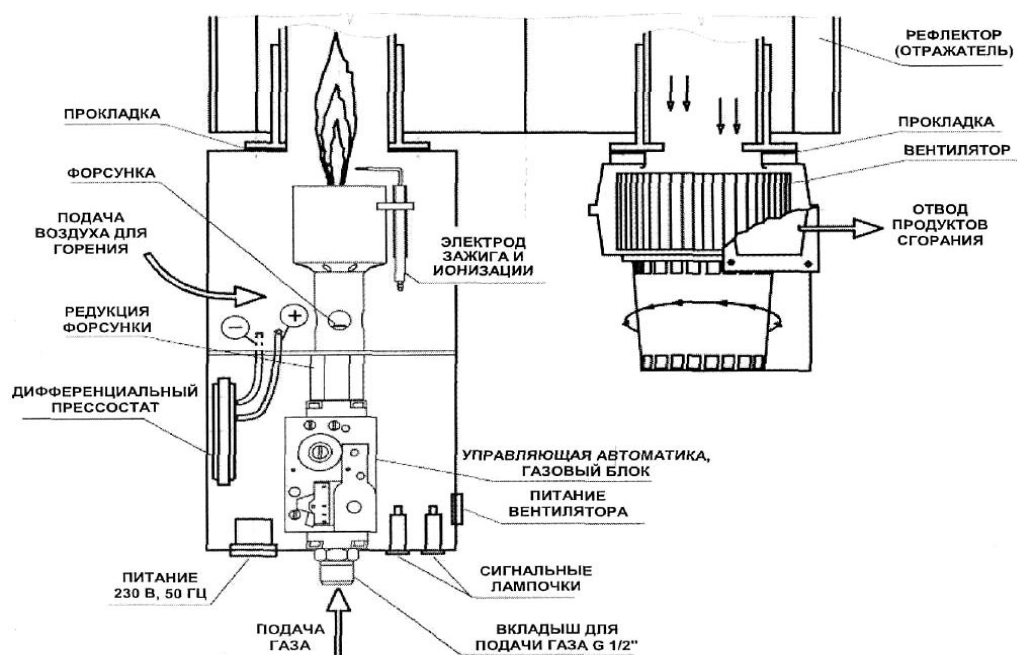
Захист при зниженні або підвищенні тиску на вході. Газовий обігрівач має подвійну систему захисту затвора газу. При підвищенні вхідного тиску газу понад 6 кПа не відкриються електромагнітні клапани, так як тиск газу вище, ніж електромагнітна сила, що відкриває клапани.

Захист при порушенні горіння. При виникненні порушення горіння (відрив або погасання полум'я) керуюча автоматика моментально перекриє подачу газу закриттям електромагнітних клапанів. Горіння (полум'я) постійно контролюється електродом іонізації.

Об'єм автоматизації **побутових** інфрачервоних нагрівачів (конвекторів): припинення подачі газу при погасанні пальників, відсутності тяги. Регулятор температури в приміщенні з автоматикою безпеки і регулювання наприклад, 630 EUROSIT с п'єзорозпалом та мікрофакельні пальники. Може бути вбудований тангенційний вентилятор, який забезпечує конвекцію.



↑ Мал. 34 - Газовый блок автоматики SIT 537 ABC з пальником Вентурі і іонізаційним електродом. www.adrian.eu



↑ Мал.35 - Схема під'єднання пальника з автоматикою SIT 537 ABC, до U – подібної сталевій труби випромінювання.

! Важно !

Промислові інфрачервоні нагрівачі використовують для обігріву великих сільськогосподарських приміщень (площі сотні м²). Інші приклади: гаражі вантажних машин, ремонтні майстерні, цехи підприємств, спортзали і т.п.). Встановлюються під стелею приміщень. Інфрачервоні нагрівачі у житлових приміщеннях широкого розповсюдження не набули, в основному використовуються для нерегулярного опалення невеликих виробничих приміщень.

↑Питання для самоконтролю ↓

1. Функції які виконує газовий блок автоматики SIT 537 ABC з пальником Вентурі і іонізаційним електродом?
2. Яку функцію виконує диференційний пресостат (манометр)?
3. Яку функцію виконує електрод розпалення і іонізації?
4. Який виконавчий прилад припинить подачу газу на пальники у разі виникнення аварійної ситуації?

Розділ 7 ЦИФРОВІ ЗАСОБИ КОНТРОЛЮ ТА КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ

7.1 Технічна реалізація цифрових систем автоматичного регулювання.

Мікропроцесорний програмований контролер (наприклад, МІК-51): призначення, функціональні можливості, технічні характеристики, структурна схема (архітектура), бібліотека функціональних блоків, приклад побудови регулятора з функціональних блоків контролера, мережева архітектура. Конфігурування вимірювальних перетворювачів в залежності від потреб користувача. Використання для контролю і регулювання технологічних параметрів та переваги перед блоковою автоматикою із "жорсткою" логікою.

📖 Література: [1]. Мережа Internet. <http://www.microl.com.ua>

§ Методичні вказівки, теоретичні відомості §

Контролер мікропроцесорний МІК-51Н (Мал.36 ↓). Компактний малоканалний багатофункціональний високопродуктивний мікропроцесорний контролер. Призначення: автоматичне регулювання і логічне управління технологічними процесами. **Область застосування:** основа для побудови керуючих та інформаційних систем автоматизації: технологічних процесів малого і середнього рівня складності (по числу входів-виходів); - а також побудови окремих локальних і розподілених підсистем складних АСУТП; - АСУ ТП малої і середньої складності підприємств з безперервними і дискретними технологічними процесами різних галузей (енергетичні, хімічні, машинобудівні, сільськогосподарські, харчові виробництва, підприємства комунального господарства тощо); - системи технологічних захистів і блокування аварійних і позаштатних ситуацій, сигналізація порушень технологічного процесу, реєстрацію подій, архівування даних; - територіально розподілені, віддалені і локальні системи управління МІК-51.

Функціональні можливості:

- контролер МІК-51 це - проектно-компонованих виріб, який дозволяє користувачеві вибрати потрібний комплект модулів і блоків згідно числу і виду входних-вихідних сигналів;
- вбудовані засоби самодіагностики: сигналізація і ідентифікація несправностей, про вихід сигналів за допустимі межі, про збої в ОЗУ, порушенні обміну по мережі і т.п.;
- в контролерах МІК-51 є розвинена система міжконтроллерного обміну, за допомогою якої контролери можуть об'єднуватися в локальну або розподілену керуючу мережу. У мережі контролери можуть обмінюватися інформацією, як з комп'ютером, так і між собою. Ця функція забезпечує можливість організації

розподіленої обробки даних, а також збільшення числа каналів вводу-виводу. При використанні функції межконтроллерного обміну значно знижується інформаційне навантаження на мережу;



← Мал.36 - Зовнішній вигляд контролера мікропроцесорного МІК-51.

- **програмування контролера** виконується за допомогою клавіш передньої панелі або по інтерфейсу за допомогою спеціального програмного забезпечення - візуального редактора FBD-програм АЛЬФА (**набагато простіше**). В якості мови програмування у системі реалізований мову функціональних блокових діаграм Fncion Block Diagram

(FBD), що надає користувачеві механізм об'єктного візуального програмування. Система програмування реалізована відповідно до вимог стандартів Міжнародної електротехнічної комісії (МЕК) IEC 1131-3.

Редактор FBD-програм АЛЬФА має вбудований відладчик програм, систему логічного контролю стану програми, можливості документування програм, друку, представлення програми у вигляді таблиці та ін. (на екрані комп'ютера).

Математична обробка інформації: контролер МІК-51 містить бібліотеку функціональних блоків, достатню для того, щоб вирішувати порівняно складні завдання автоматичного регулювання та логіко-програмного управління. **Увага! З цих блоків на екрані комп'ютера людина за допомогою спеціального програмного забезпечення - візуального редактора FBD-програм АЛЬФА створить структурну схему наприклад, вимірюючого або керуючого приладу.**

Бібліотека функціональних блоків умовно розділена на розділи:

- функціональні блоки вводу-виводу: інтерфейсний введення-виведення, аналоговий ввід-висновок, дискретний ввід-висновок, імпульсний введення ;
- математичні функціональні блоки: множення, підсумовування з масштабуванням, поділ, корінь квадратний, абсолютне значення, інтегрування, диференціювання із затримкою;
- логічні функціональні блоки: Логічне І, багатовхідних І, Логічне АБО, багатовхідних АБО, що виключає АБО, мажорювання, тригер, регістр, виділення фронту;
- функціональні блоки управління програмою: мінімум, максимум, ковзне середнє, затримка, екстремум, обмеження, обмеження швидкості, перемикач по номеру, компаратор, таймер, лічильник, мултивібратор, одновібраор, імпульсатор;
- функціональні блоки управління технологічним процесом: фільтр, масштабування, кусочно-лінійна функція, уставка аналогова, уставка часу, програмний задатчик, таймер сигналізатор реального часу, лінійна зміна параметра, регулятор аналоговий, регулятор каскадний, регулятор імпульсний, користувацька панель Функціональні блоки дельта-регуляторів: регулятори аналогові і імпульсні з розширеними функціями, дельта-регулятор.

Кількість входів-виходів контролера у базовій моделі:

- Аналогові входи - 4 (2 універсальних, 2 уніфікованих).
 - Аналогові виходи -1.
 - Дискретні входи -3.
 - Дискретні виходи -5. Кількість і вид входів та виходів можна змінити за рахунок модулів розширення (УСО). Наприклад, МР-51-02: 4 дискретних входу, 4 дискретних виходи. МР-51-15: 16 дискретних виходів, 1 аналоговий вихід.
- У контролері МК-51 передбачена установка тільки одного модуля розширення.

Характеристики вхідних сигналів (або які сенсори можна підєднувати на вхід мікроконтролера):

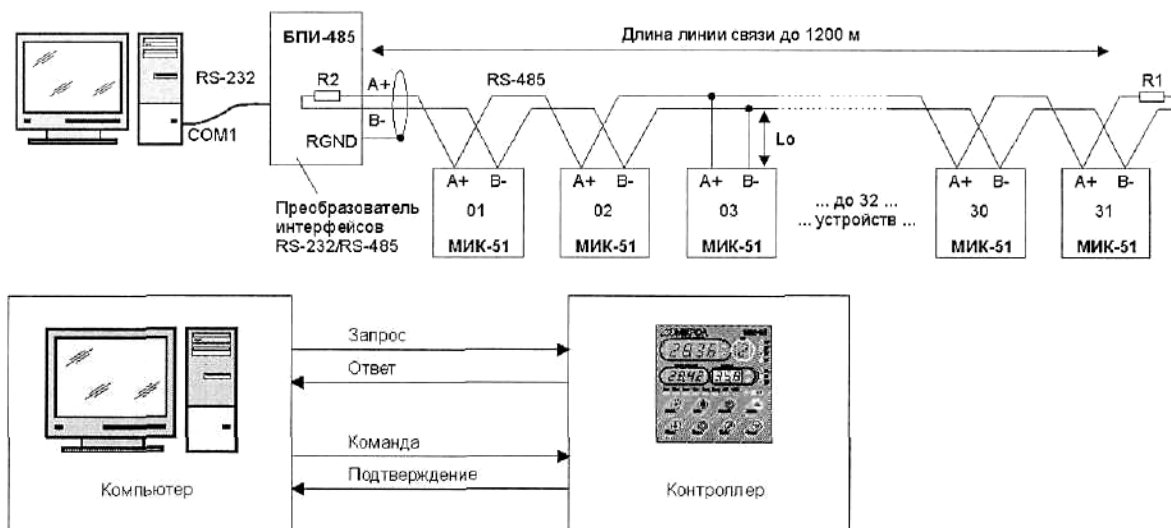
- сигнали від термопар ТХК (L), ТХА (K), ТПП (S), ТПР (В), ТВР (А), ТЖК (J), ТХКн (Е) по ДСТУ 2837-94, DIN 584-1;
- сигнали від термометрів опорів ТСМ 50М, ТСМ 100М, ТСП 50П, ТСП 100П, Pt50, Pt100 по ДСТУ 2858-94;
- уніфіковані аналогові сигнали постійного струму 0-5мА, 0-20мА, 4-20міліАмпер; 0-10 Вольт по ГОСТ26.011-80;
- дискретні і імпульсні сигнали: 24В постійного струму, лог. "1" напругою від 19 до 32 В; лог. "0" напругою від 0 до 7 В. Групова розв'язка;
- максимальна частота проходження імпульсів 3кГц для імпульсного входу.

Характеристики вихідних сигналів (або що на виході мікроконтролера):

- уніфікований аналоговий сигнал постійного струму 0-5мА, 0-20мА, 4-20мА; 0-10В по ГОСТ26.011-80;
- дискретні і імпульсні сигнали: реле 220Вольт на 8Ампер, оптосімістор з внутрішньої схемою переходу через нуль до 600В-50мА, твердотільне реле 60В-1ААС/2АDС, транзистор ОК 40В 100міліАмпер (в залежності від замовлення). Гуртова розв'язка.

Інші технічні характеристики:

- Об'єм пам'яті: ПЗП - 128 кбайт, ОЗУ - 4 килобайт
- Поточний час (таймери, програмні задатчики і т.д.), постійні часу, інтервали від 0 до 9999 с, від 0 до 9999 год, таймер реального часу з батареєю резервного живлення
- Час циклу: не більше 0.1
- Кількість алгоблоків - до 99
- Похибки перетворення: АналогоЦифровогоПеретворювача: $\pm 0.2\%$;
ЦифроАналоговогоПеретворювача: $\pm 0.2\%$
- Трирівнева (по входу, виходу і живленню) гальванічна ізоляція
- Збереження інформації при відключенні живлення
- Час збереження інформації при відключенні живлення - 10 років
- Канал інтерфейсного зв'язку RS-485
- Швидкість обміну - до 921 Кілобіт / секунда
- Температура навколишнього середовища: від -40 ° С до +70 ° С
- Напруга живлення: від мережі змінного струму ~ 220 (+22, -33) В, (50 $\pm$ 1) Герц
- Споживана потужність: не більше 13 ВольтАмпер
- Корпус (ВхШхГ): щитовий 96х96х170 мм DIN43700, IP30
- Монтажна глибина: 190 мм
- Маса блоку: не більше 1,0 кг



Мал.37 - Схема з'єднання комп'ютера з мікроконтролерами.

! Важливо !

Знати функціональні можливості МК. Знати, яким чином створюються структура вимірюючого або регулюючого/керуючого приладів.

↑ Питання для самоконтролю ↓

1. Навіщо мікроконтролер з'єднують з комп'ютером (Мал.37 ↑)?
2. Навіщо в мікроконтролері використовують аналого-цифровий перетворювач?
3. За допомогою якого інструменту можна змінити параметри налаштувань мікроконтролера?
4. Які прилади можна під'єднувати на вхід і вихід мікроконтролера?
5. Які функціональні можливості доступні мікроконтролеру МК-51Н?

7.2 Вимірювальні перетворювачі із цифровим представленням значення технологічного параметру.

Термін "інтелектуальний" перетворювач. Схема вимірювального перетворювача із вбудованою мікропроцесорною обробкою вимірювальної інформації: АЦП, лінеаризатор, мікропроцесорний блок, постійна пам'ять, засоби зв'язку вимірювального перетворювача. Приклади вимірювальних перетворювачів із вбудованими мікроконтролерами: температури, абсолютного, надлишкового, диференційного тисків, розрідження, багатопараметричного (тиску, диференційного тиску та температури), рівня рідини, витрати.

Література: Мережа Internet: www.dgt.com.ua; www.atyku.org.ua/members/epm-ukr.html

§ Методичні вказівки, теоретичні відомості §

Найчастіше термін "інтелектуальні" вживають у розумінні по відношенню до пристроїв, які за рахунок здійснення в них переробки інформації (зазвичай на основі мініатюрного мікроконтролера) набувають нові функціональні можливості. Інтелектуальними засобами вимірювань можуть бути різні прилади: інтелектуальні

сенсори, автомати, автоматизовані установки, які являють собою набір засобів для реєстрації, передачі та обробки даних, з урахуванням застосування інтелектуальних алгоритмів.

Особливості і переваги, що отримуються від використання «інтелектуальних» сенсорів, пов'язані із залученням обчислювальних ресурсів в сам сенсор. **Обробка даних проводиться в кожному індивідуальному сенсору, на відміну від обробки в центральному контролері системи, як в більшості традиційних систем.** При цьому інтелектуальний сенсор разом з отриманням звичайної корисної інформації може бути динамічно запрограмований залежно від змін у вимогах користувача. Це зменшує необхідність в дорогих, спецізованих на дане застосування сенсорах.

Приклади інтелектуальних засобів вимірювань.

Перетворювач вимірювальний багато параметричний-обчислювач ПМ-3В для вимірювань витрат газу.

Призначення і область застосування. Перетворювач ПМ-3В є засобом вимірювальної техніки, відноситься до групи інтелектуальних мікропроцесорних польових приладів і призначений для:

- вимірювань і перетворень в електричні кодові вихідні сигнали диференціального тиску, абсолютного чи надлишкового тиску і температури газів, неагресивних до матеріалу камер вимірювального блоку перетворювача, включаючи горючі природні гази, фізико-хімічні параметри яких відповідають ГОСТ 5542, і газоконденсату (далі - газ), а також для вимірювання часу;
- обчислень об'ємної витрати і об'єму газу, що пройшов через вимірювальний трубопровід (далі - трубопровід або ІТП) за заданий період часу, з приведенням об'ємної витрати і об'єму газу до стандартних умов по ГОСТ 2939;
- формування та зберігання в пам'яті перетворювача добових, годинних і оперативних даних, а також змін, викликаних втручанням оператора в роботу перетворювача, і

повідомлень про аварійні та нештатних ситуаціях в роботі перетворювача;

- Виведення по цифровому каналу зв'язку інформації про вимір витрати і об'єму газу для пристроїв верхнього рівня, наприклад, для САУ газорозподільної станції (САУ ГРС) або комплексу одоризації газу при управлінні технологічним процесом одоризації горючих газів.

Вимірювання витрати газу на звужуючому пристрої виконується згідно чинним нормативним документам - по ДСТУ ГОСТ 8.586.1 і ДСТУ ГОСТ 8.586.2 або за Правилами РД 50-213.



←Мал.38 - Зовнішній вигляд перетворювача ПМ-3В

Перетворювач здійснює облік газу, що проходить через один трубопровід, шляхом використання для **вимірювання витрати газу методу змінного перепаду тиску** на стандартних звужуючих пристроях.

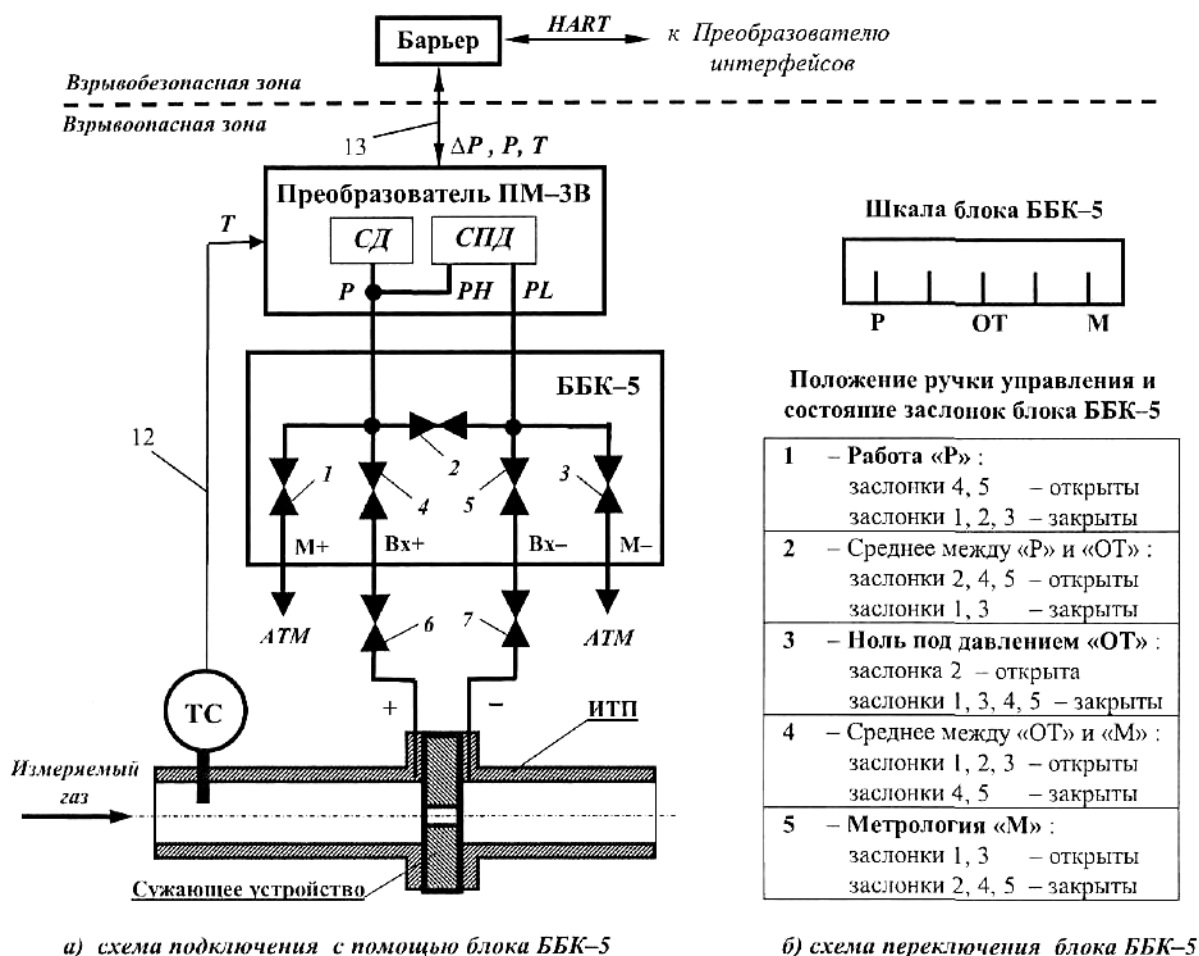
Додаткова комплектація по ПМ-3В:

Перетворювач інтерфейсів ПЧ-01 призначений для використання в якості перетворювача фізичних інтерфейсів RS232 і Bell202, формувача HART-лінії, пристрої, узгоджувального логічні протоколи при передачі даних, а також в якості

контролера збору і передачі інформації з функцією управління принтером. Перетворювач призначений для застосування в складі комплексів комерційного обліку газу з інтелектуальними цифровими вимірювальними перетворювачами, наприклад, ПМ-3В і контролерами, що підтримують відкритий цифровий протокол HART.

Іскробезпечні бар'єри БІ-3 і БІ-4 призначені для здійснення живлення розташованих у вибухонебезпечній зоні цифрових вимірювальних перетворювачів (SMART-датчиків) з струмовими вихідними сигналами або інших пристроїв з цифровою обробкою сигналів і для забезпечення прийому / передачі даних за стандартом Bell 202 між ними і вторинними засобами вимірювання та контролю, розташованими у вибухонебезпечній зоні.

Джерела живлення ПІ 12/2-4 та ДЖІ 12/3 (далі - ПІ12 та ПІ12) призначені для живлення через іскробезпечні бар'єри технічних засобів вимірювальних комплексів, розташованих у вибухонебезпечній зоні. Блоки безвентильні керамічні ББК-5 і ББК-5Вт з ручним керуванням призначені для під'єднання вимірювальних перетворювачів диференціального тиску до об'єктів вимірювань, у тому числі, до стандартних пристроїв звуження потоку газу (наприклад, діафрагма або сопло). Перемикання режиму роботи блоків здійснюється за допомогою ручки. При цьому можна встановити три основні режими («Робота», «Нуль під тиском», «Метрологічна перевірка») і два проміжних режиму («Обидві камери перетворювача під робочим тиском вимірюваного газу», «Обидві камери перетворювача під атмосферним тиском»).



Мал. 39 - Схема підключення перетворювача ПМ-3В до одного трубопроводу (при

розміщені перетворювача ззовні приміщення).

NOTEBOOK - призначений для введення (і зміни) за допомогою клавіатури в програму перетворювача ПМ-3В даних, необхідних для розрахунків витрати і об'єму газу, оперативного відображення на екрані дисплея і занесення в свою пам'ять (ЕОМ) всіх вимірних та обчислених перетворювачем величин.

Комплекс технічних і програмних засобів вимірювання «ФЛОУХРОМ» призначений для вимірювання молярної частки компонентів природного газу, а також для визначення щодо компонентного складу, згідно діючим стандартам, щільності, теплоти згорання, числа Воббе і коефіцієнта стисливості газу і перетворення значень цих параметрів в кодовий електричний сигнал. **Основним** пристроєм комплексу є хроматографічний модуль потокового типу HGC303 фірми «YAMATAKE» (Японія). У хроматографічному модулі реалізована трьохколоночна хроматографічна схема з використанням мікрокапілярних хроматографічних колонок і детектора по теплопровідності.

Пристрій переносний для обслуговування вимірювальних перетворювачів (наприклад, HART-модем) з відповідним програмним забезпеченням використовується в якості ручного інтерфейсу, який забезпечує обмін даними між мікропроцесорними пристроями, що підтримують протокол HART.

Програмне забезпечення перетворювача складається з програм, що реалізують інформаційні і обчислювальні задачі перетворювача, і програм обслуговування перетворювача.

У комплект програм обслуговування перетворювача на верхньому рівні входять:

CONCOR.EXE - програма конфігурування та безпосереднього обслуговування перетворювача ПМ-3В;

HOSTWIN - комплекс програм обслуговування (опитування, накопичення і перегляд інформації, видача комерційних звітів), призначений для організації спільної роботи комплексу, використовує перетворювач ПМ-3В. Додатковою функцією є збір інформації з перетворень-зователя ПМ-3В всіх обслуговуваних комплексів. Програми працюють під управлінням операційних систем Windows:

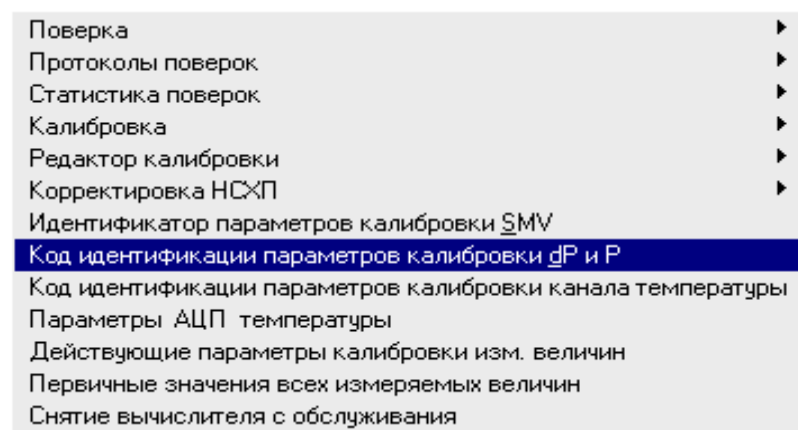
PM3SERV.EXE - програма обслуговування перетворювача ПМ-3В.

До складу комплексу програм HOSTWIN входять наступні основні програми:

HostWin.exe - основна керуюча програма;

Conf.exe - програма конфігурування комплексу HOSTWIN;

F_viewer.exe - програма перегляду даних і видачі звітів.



←Мал.40-При вході в пункт меню "Обслуживание ПМ-3В"(на екрані свого комп'ютера оператор побачить таку картинку).

Процедура спілкування обслуговуючого персоналу з перетворювачем ПМ-3В в процесі виконання програм CONCOR і HOSTWIN

аналогічна процедурі спілкування з обчислювачем вимірювально-керуючого комплексу "ФЛОУТЕК-ТМ.

Вимірювання тиску. Перетворювач тиску вимірювальний ПД-1 АЧСА.406231.005 (далі - перетворювач) є засобом вимірювальної техніки і відноситься до групи інтелектуальних мікропроцесорних польових приладів. Забезпечує вимірювання або / і регулювання тиску або рівня вимірюваного середовища і може використовуватися для контролю і регулювання технологічних процесів. Перетворювач призначений для перетворень в електричні аналогові сигнали або в електричний цифровий (кодовий) сигнал абсолютного, надлишкового або диференціального тиску газів і рідин, неагресивних до матеріалу камер вимірювального блоку перетворювача. Перетворювач відноситься до перетворювачів з перебудовується (при калібруванні) діапазонами перетворень. Верхні межі перетворень встановлюються згідно замовленню з ряду: - Для перетворювача абсолютного тиску - 100; 160; 250; 400; 600; 630 кПа; 1,0; 1,6; 2,5; 4,0; 6,0; 6,3; 10,0 МПа;

- Для перетворювача надлишкового тиску - 6,0; 6,3; 10; 16; 25; 40; 60; 63; 100; 160; 250; 400; 600; 630 кПа; 1,0; 1,6; 2,5; 4,0; 6,0; 6,3; 10,0 МПа;
- Для перетворювача диференціального тиску - 1,0; 1,6; 2,5; 4,0; 6,0; 6,3; 10; 16; 25; 40; 60; 63; 100; 160; 250 кілоПаскаль.

Параметри електричних вихідних сигналів перетворювача відповідають:
- Аналогового вихідного сигналу - уніфіковані сигнали постійного струму від 4 до 20 мА, або сигналом напруги постійного струму від 0,8 до 3,2 В;
- Цифрового вихідного сигналу - сигналу стандарту Bell202 у відповідності з форматом відкритого цифрового протоколу HART. Сигнал передається по електричній лінії, по якій протікає постійний струм для електроживлення перетворювача.



Мал.41 - Ручний (ліворуч) комунікатор HART (переклад, Адресуємий Дистанційний Магістральний Перетворювач) можна напряму під'єднати до інтелектуальних сенсорів. Забезпечує зчитування і настройку параметрів у повному об'ємі команд, реалізованих в інтелектуальних сенсорах.

Ручний комунікатор HART є портативним інтерфейсом і здійснює обмін

даними з будь-яким пристроєм, що підтримує HART-протокол, при цьому як лінія зв'язку використовується ланцюг вихідного сигналу 4-20 ма за умови, що опір навантаження між комунікатором і джерелом живлення повинен бути не меншого 250 Ом. Комунікатор використовує принцип частотної модуляції для передачі цифрового сигналу. Ця технологія полягає в накладанні високочастотного цифрового комунікаційного сигналу на струмовий сигнал сенсора 4-20 міліАмпер.

! Важливо !

Розуміти необхідність використання інтелектуальних сенсорів які можуть проводити не тільки виміри числового значення технологічного параметру, але також запам'ятовують, переводять його в стандарт доступний для головного мікроконтролера. Проводити автоматизовану діагностику справності. Дозволяють паралельно з'єднувати багато сенсорів всього по 2-м проводам (зручно), а в деяких випадках здійснювати регулювання без втручання загального регулятора (наприклад, в парових котлах підтримувати необхідний рівень води у верхньому барабані).

↑Питання для самоконтролю ↓

1. Навіщо потрібен ручний комунікатор HART?
2. Чим інтелектуальні сенсори відрізняються від звичайних первинних перетворювачів технологічних параметрів?
3. Приведіть приклади використання інтелектуальних перетворювачів у газовому господарстві.
4. Поясніть функції які виміри виконує перетворювач ПМ–3В.

7.3 Виконавчі пристрої з вбудованим мікроконтролером

Цифрові виконуючі пристрої. Позіціонери. Цифро-аналогові перетворювачі (ЦАП) сигналів керування. Призначення, робота. Дистанційна діагностика та самодіагностика регулюючого органу. Приклади виконуючих пристроїв із вбудованим мікроконтролером, їх використання. Контролер керування краном (наприклад, мКУК). Виконавчі механізми МЭО.

 **Література:** [1]. Мережа Internet. <http://www.elas.com.ua>; www.rosemount.com

§ Методичні вказівки, теоретичні відомості §

Останнім часом відмічена явна тенденція на підвищення надійності пневматичних, електричних **регулюючих клапанів** (позиціонерів) за рахунок використання обчислювальних можливостей нового покоління позиціонерів - інтелектуальних позиціонерів або смарт-позиціонерів. Smart-позиціонер – це опозиціонер, який володіє обчислювальними та комунікаційними можливостями. Використання - газорегуляторні пункти, де з технологічних причин не використовують розглянуті раніше регулятори тиску газу.

Можливості цих позиціонерів - проводити постійний і ефективний моніторинг стану, як самого приладу, так і регулюючого клапану. Це означає, що перш, ніж відбудеться відмова регулюючого клапана або виконавчого механізму, позиціонер сформує повідомлення із запитом на обслуговування.

Наприклад, цифровий контролер клапанів FieldVue. Крім звичайної функції перетворення струмового сигналу в пневматичний, цифровий контролер FieldVue, використовуючи комунікаційний протокол HART, забезпечує легкий доступ до інформації про роботу клапана, яка є критичною для управління процесом.

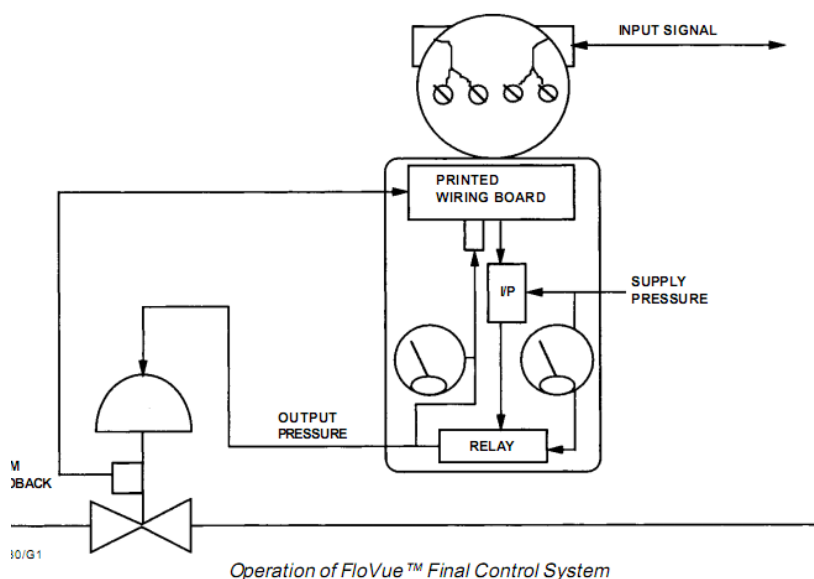
Зв'язок здійснюється за допомогою ручного комунікатора, підключеного до контролера клапана або до розподільної коробки, з персонального комп'ютера або пульта управління.

Контролер приймає сигнал зворотнього зв'язку, пропорційний величині ходу клапана. Це дозволяє контролеру проводити не тільки самодіагностику, але також і діагностику клапана з приводом. Контролери використовують двопровідний аналоговий (4-20 мА) контур, що дозволяє провести заміну існуючих приладів з мінімальними витратами.

Для двопровідних контурів одна і та ж лінія є сигнальною лінією і лінією живлення, що скорочує витрати на установки та обслуговування.

Вбудована самодіагностика дозволяє контролювати роботу клапана, не знімаючи його з лінії. Для того, щоб виявити експлуатаційні проблеми, потрібно порівняти поточні характеристики з даними, занесеними в пам'ять.

Прилади FieldVue можуть бути модифіковані відповідно до характеристиками працюючих клапанів.



FloVue System with Model 275 HART Communicator

Мал.42 - Схема регулювання тиску газу за допомогою регулювального клапану з вбудованим мікроконтролером.

Steam feedback – сигнал зворотнього зв'язку

Output pressure – вихідний тиск

Supply pressure – тиск живлення (стиснуте повітря)

Relay – реле тиску

Input signal – вихідний сигнал

I/P – перетворювач струмового сигналу в сигнал тиску.

Printed wiring board – мікроконтролер (друкована плата в дослівному перекладі)

Останнім часом набувають розповсюдження **вентилятори ebmrapst** (серія ЕС) з вбудованим мікроконтролером на серійних газоспалюючих пальниках КП. Блок Автоматичного Керування "Вега" забезпечує цифрове управління вентилятором по інтерфейсу RS485.

Особливості застосування вентиляторів ebmrapst в пальниках серії КП з управлінням по RS485 (Modbus):

- зв'язок між БАК «Вега» і вентилятором ebmrapst здійснюється по двопровідному цифровому інтерфейсу RS485. Використовується протокол Modbus RTU. БАК «Вега» є провідним пристроєм, а ebmrapst веденим з адресою 1.

- БАК «Вега» задає частоту обертання, **а вбудований контроллер управління вентилятора** підтримує дане завдання. За замовчуванням діапазон зміни завдання від 100 до 1000 об/хв (інтерпретувати як 10,0% -100,0%). Діапазон можна розширити від 0 (останов) до 1000 об/хв.

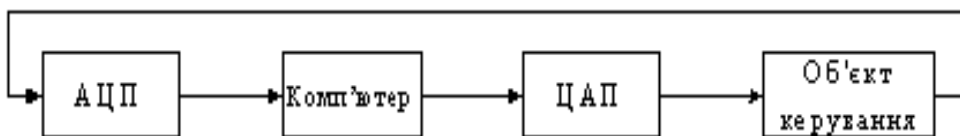
- БАК «Вега» отримує зворотний зв'язок - свідчення тахометра вентилятора. Для налагоджувальника / оператора загальний принцип роботи з вентиляторами ebmrapst аналогічний роботі з приводами Siemens, Gruner, Belimo. Перевірити роботу вентилятора можна з меню Тест / Виходи.

При підключенні нового вентилятора (при заміні, монтажі та ін) необхідно виконати початкову конфігурацію (автонастройка). Автонастройка запускається в меню Установки / Приводу. Автонастройка виконується протягом 1 секунди. Якщо сталася помилка, повірити з'єднання (при активному з'єднанні світиться червоний індикатор на лицьовій панелі БАК «Вега») і повторити автонастроювання. У процесі автоналаштування БАК змінює ряд параметрів вентилятора. Дані зміни вступають в силу, тільки після перезавантаження контролера управління ebmrapst.

Нижче наведена розшифровка кодів аварій «ВГ не працює ХХ».

- 0 - Обрив фази
- 2 - Перегрів вихідного каскаду
- 3 - Комунікаційна помилка між ведучим і веденим контролером
- 4 - Загальна помилка
- 5 - Перегрів двигуна
- 6 - Збій сенсора Холла (вимірювання обертів)
- 7 - Заклинювання двигуна
- 9 - Перегрів електроніки
- 11 - Висока напруга комутації
- 12 - Низька напруга комутації
- 13 - Низька напруга живлення
- 14 - Висока напруга живлення
- 16 - Немає зв'язку

Аналого-цифрові перетворювачі (АЦП) призначені для перетворення аналогової інформації (звичайно у вигляді напруги) у цифровий код. Цифроаналогові перетворювачі перетворюють цифровий код у аналоговий сигнал. Застосовують АЦП у мікропроцесорних системах, у цифрових вимірювальних приладах. Області застосування їх багато в чому аналогічні ЦАП, оскільки вони часто використовуються спільно, наприклад, в автоматизованих системах керування (АСК) (Мал.43 ↓).



↑Мал. 43- Аналого-цифровий і цифро-аналоговий перетворювачі в контурі керування.

! Важливо !

Звернути увагу на переваги використання виконавчих механізмів з вбудованим мікроконтролером над звичайними.

↑Питання для самоконтролю ↓

1. Чим відрізняються аналого-цифровий перетворювач від цифро-аналогового перетворювача?
2. Поясніть сенс перетворення аналогового сигналу у цифровий, а потім знову з цифрового в аналоговий, Мал. 43 ↑ ?
3. Які переваги використання виконуючих пристроїв із вбудованим мікроконтролером над звичайними?
4. Як здійснюється керування звичайним краном за допомогою мікроконтролера?
5. Які функції виконує мікроконтролер вентилятора ebmpapst?

7.4 Цифрові системи автоматики котельних агрегатів.

Об'єм автоматизації. Принципи автоматизації котельних агрегатів з використанням мікроконтролерів та комп'ютера. Особливості конструкції вимірювальних перетворювачів для роботи з котлоагрегатами. Виконавчі механізми котельної автоматики з цифровим вхідним сигналом. Принцип і структурна схема частотного перетворювача регулятора обертів валу асинхронного електродвигуна (димососи, нагнітання повітря, насоси водяні).

Регулювання процесів горіння: співвідношення «газ-повітря», розрідження в топці - структурні схеми та принцип роботи (наприклад, на базі мікроконтролера МІК-51). Регулювання рівня води у верхньому барабані парового котлоагрегату. Структурна схема та принцип роботи. Контроль загазованості приміщень котелень. Вимірювальні прилади котельних агрегатів.

📖 **Література:** [1]. Мережа **Internet:** <http://www.microl.com.ua>

§ Методичні вказівки, теоретичні відомості §

Система автоматики котельні забезпечує автоматичну роботу основного і допоміжного обладнання, а також усіх її систем без присутності обслуговуючого персоналу, в тому числі: регулювання теплопродуктивності котлів; рівномірне використання котельного обладнання з почерговим включенням котлів; автоматичне керування мережевими, підживлювальної та іншими насосами; автоматичне включення резервних мережних насосів; автоматичну підтримку температури теплоносія відповідно до температурного графіка на виході з котельні по датчику температури зовнішнього повітря, з можливістю коректування температурного графіка по температурі усередині опалювальних приміщень; автоматичне зміна температури теплоносія в нічний час; автоматичне управління палинковими

пристроями; автоматичне регулювання процесу горіння ; взаємодія систем, що визначають нормальну роботу котлових агрегатів, з системою функціонування та безпеки котлів, системою функціонування безпеки систем подачі палива і пального пристрою; підтримання стабільної температури котлового контуру на виході з котлів. Здійснює автоматичний пуск і зупинку котла.

Автоматика безпеки котлів забезпечує припинення подачі палива і відключення дуттьових вентиляторів пальників при досягненні аварійних значень наступних параметрів, що контролюються: зниження або підвищення тиску газу перед пальником; пониження тиску повітря перед пальником; погасання факела пальника; перевищення температури води на виході з котла; підвищення або пониження тиску води на виході з котла; несправність апаратури автоматики; зникнення електроживлення; загазованість приміщення котельні по метану 10% від НКМПП; загазованість по чадному газу 95-100 мг/м³ (5ПДК вмісту CO). Після усунення аварійної ситуації включення електроживлення електромагнітного відсічного клапана на ввіді газу в котельню допускається тільки вручну із приміщення котельні.

Контрольно-вимірювальні прилади. В котельні здійснюється облік вироблюваної і відпускається теплової енергії, що виконується на основі Теплообчислювач, зареєстрованих у встановленому порядку. Облік витрат холодної води, що надходить на потреби котельної, забезпечується встановленням лічильників витрат води, включених в Держреєстр засобів вимірювань. Облік споживаної активної електроенергії. Обладнання та системи котельні оснащені реєструючими, які показують, контрольно-вимірювальними приладами (тиску, температур витрати і т.д.) відповідно до чинної нормативно-технічною документацією.

Сигналізація загазованості. В приміщенні котельні встановлена система сигналізації по метану (CH₄) і чадного газу (CO), представлена двохпороговими газоаналізаторами. Контроль загазованості по метану: перший поріг (попереджувальний) відповідає налаштуванню датчика в межі 0,5% CH₄ від загального обсягу повітря в приміщенні котельні; другий поріг (аварійний) відповідає налаштуванню датчика в межах 1,0% від загального обсягу повітря в приміщенні котельні. Контроль загазованості по чадним газу (відповідно до РД 12-341-00 «Інструкція по контролю за вмістом окису вуглецю в приміщеннях котелень »): перший поріг (попереджувальний) відповідає концентрації окису вуглецю (CO) в приміщенні котельні в межах 20 ± 5 мг/м³; другий поріг (аварійний) 5ПДК відповідає концентрації окису вуглецю (CO) у приміщенні котельні в межах 95-100 мг/м³. **Попереджувальні та аварійні сигнали по загазованості** контрольованих приміщень передаються в диспетчерську на пульт (ДП), де висвічуються вказані параметри і спрацьовує звукова сигналізація. При досягненні першого порога одного з показників загазованості (CH₄ або CO) спрацьовує звукова сигналізація. При досягненні другого порога тих же показників у котельні відбувається закриття відсічного швидкодіючого електромагнітного клапана, встановленого на вході газопроводу в котельню.

Системи електропостачання, блискавкозахисту. Електропостачання котелень здійснюється за II категорії з розбивкою споживачів котельні по потужності і розподілом по секціях з установкою секційного автоматичного вимикача. Облік споживаної електроенергії ведеться за двома вводам. Якщо котельня - джерело тепла

I категорії, то замість секційного вимикача передбачається пристрій АВР. В приміщенні котельні по периметру передбачається заземлювальна шина, підключення якої до зовнішнього контуру заземлення можна зробити в будь-якому місці. На комплектній димовій трубі котельні передбачений блискавкоприймач, з'єднаний з безперервною несучою сталевий конструкцією димової труби, яку також необхідно під'єднати до контуру заземлення. За ступенем надійності і безперебійності електропостачання електроприймачі котельні відносять до II категорії, що вимагає наявності живлення від резервного джерела для безперебійного теплопостачання. При відсутності такого таким джерелом можуть бути портативні дизельні або бензинові генераторні електроустановки відповідної потужності. Пристрої автоматики безпеки та диспетчеризації здійснюють живлення по I категорії електропостачання через блок АВР і ДБЖ.

Автоматизація роботи котла передбачає застосування регуляторів витрати газу, регуляторів співвідношення між витратою газу та повітря, регуляторів розрідження в топці.

Регулятор витрати газу є регулятором навантаження котла. Він змінює подачу газу до котла в залежності від температури води в мережі (задається оператором по графіку навантаження). Температура води на виході котла підтримується таким чином, щоб температура на вході в котел була на рівні 50°C. Як сенсори температур використані термометри опору платинові (ТСП). Схема регулятора температури в прямій лінії мережевої води з корекцією по температурі зовнішнього повітря себе не виправдала, через те що датчик температури зовнішнього повітря не здатний врахувати вплив напрямку вітру, його силу, інтенсивність сонячної радіації, температуру приміщення різних будівель, що під'єднані до тепломережі, та ряду інших факторів, які впливають на теплоємність опалювальних приміщень. Тому необхідна температура води, яку повинен підтримувати регулятор, визначається оператором по опалювальному графіку і задається в ручну (як правило, це середня температура за минулі 0,5 доби).

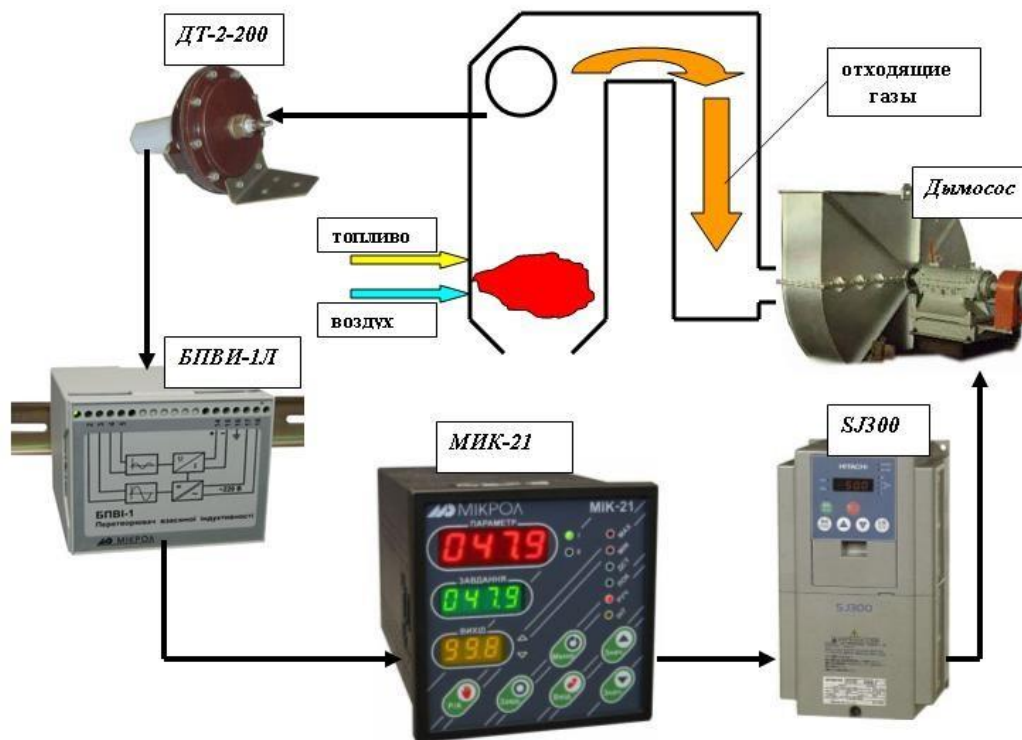
Регулятор розрідження підтримує стає розрідження в топці котла. Стабілізація розрідження здійснюється шляхом зміни частоти обертання вала двигуна димососу. Взагалі, важливе економічне значення (по витратах електроенергії) має правильний підбір частот обертання роторів тягодуттєвих машин, вала циркуляційного насоса.

Розглянемо питання побудови системи автоматичного регулювання розрядження в топці котла на базі сучасних мікропроцесорних засобів автоматизації з використанням в контурі регулювання частотного перетворювача-інвертора. Реалізація даної системи дозволить значно знизити споживання електроенергії на привод димососа котельного агрегату, що працює більшу частину часу в регулюючому режимі. Дане рішення для впровадження на котельних агрегатах малої та середньої потужності. **Характеристика об'єкту регулювання по розрідженню** являє собою послідовно розташовані топку (камеру згорання) і газоходи до всмоктувальних патрубків димососа. Наявність невеликого розрідження 2-3 мм.вод.ст. (20-30 Паскаль) у верхній частині топкового простору необхідно для стійкості факела в зоні горіння, запобігання вибивання продуктів горіння з котла і побічно характеризує матеріальний баланс між повітрям-окислювачем палива і газами, що відходять - продуктами горіння. **Вхідний регулюючий вплив** - витрата відсмоктувальних димових газів, який визначається продуктивністю димососа.

Зовнішнє збурення - вплив-зміна витрати повітря, що подається в топку при зміні теплового навантаження котельного агрегату. **Внутрішнє збурення** - порушення газоповітряного режиму.

Динамічні властивості об'єкта регулювання характеризуються відсутністю запізнення, малою інерційністю (постійна часу порядку 5-10 секунд), самовирівнюванням. Особливістю є коливання регульованої величини біля середнього значення з амплітудою 3-4 мм.вод.ст. (30-40 Па) з частотою кілька герц. Такі низькочастотні коливання зумовлені, зокрема, пульсаціями витрат палива і повітря, крім того, процес горіння сам є джерелом високочастотних коливань (100-150 Герц), окремі низькочастотні моди яких можуть резонувати. **Спосіб сучасного регулювання:** регулюючий вплив можна здійснювати шляхом зміни продуктивності димососа: швидкісним регулюванням обертів вала електродвигуна димососа за допомогою частотного перетворювача-інвертора (Мал.44 ↓). Примітка. Варто відзначити, що контури регулювання співвідношення паливо-повітря і розрядження фізично пов'язані через об'єкт регулювання, тому при роботі котла в регулюючому режимі (тобто при частій зміні навантаження котла) зміна витрати повітря для підтримання співвідношення з паливом порушує баланс матеріальних потоків і для запобігання такій ситуації вводять упереджувальний зникаючий сигнал від регулятора повітря (Реальне диференціювання вихідного сигналу регулятора повітря). **Пропоновані технічні засоби регулювання розрядження,** Мал.44.↓ Струмний сигнал з БПВІ-1Л подається на аналоговий вхід мікропроцесорного ПД-регулятора МІК-21-05 («Мікрол»). Аналоговий вихід МІК-21 з'єднаний з аналоговим входом частотного перетворювача-інвертора, наприклад SJ300 "Hitachi". Трифазний вихід інвертора з'єднаний з клемою живлення трифазного асинхронного двигуна димососа (на схемі не представлені додаткові пристрої інвертора, такі, як мережевий фільтр та ін необхідність в яких залежить від потужності електроприводу). При наявності неузгодженості на вході МІК-21 між поточним і заданим розрядженням регулятор за ПД-законом змінює частоту і напругу живлення електроприводу до усунення неузгодженості. Тип характеристики частота / напруга задається при налаштуванні інвертора (для димососа «скалярна квадратична»).

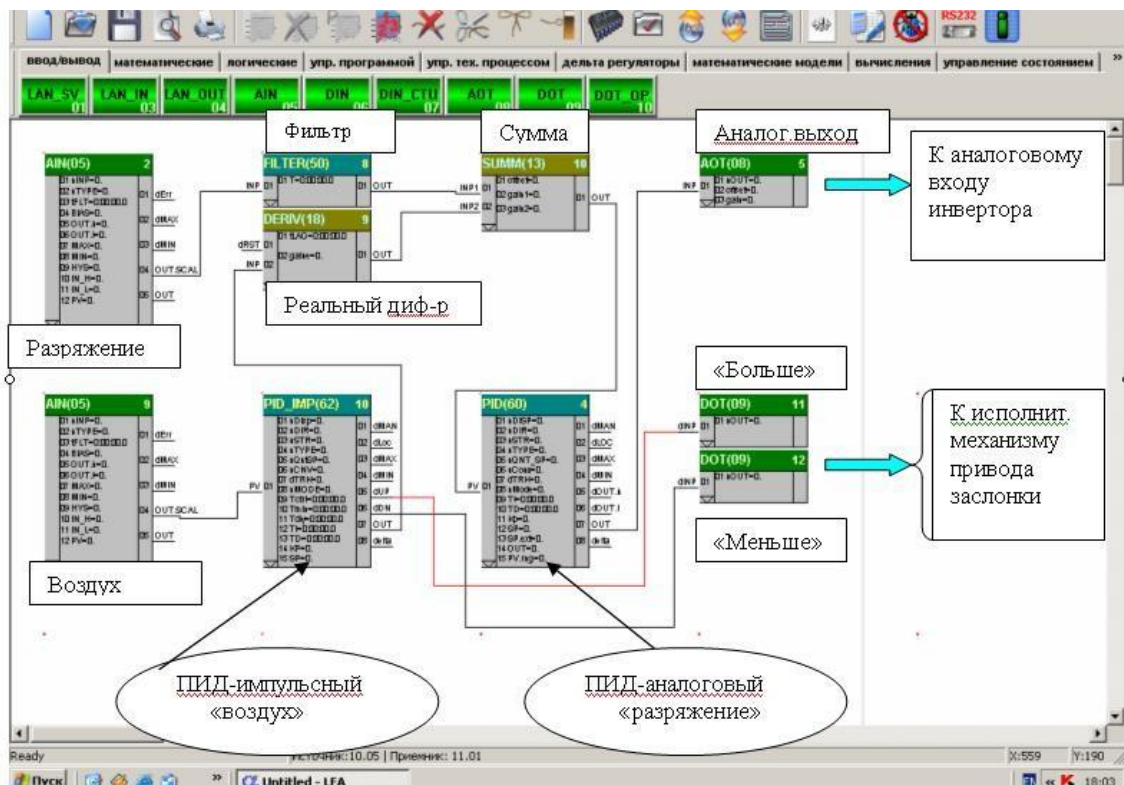
Наявність програмованих дискретних входів-виходів у МІК-21 і інвертора дозволяє конфігурувати різні варіанти режимів «Ручний / Автомат». Наприклад, ручне керування «За місцем» може здійснюватися потенціометром інвертора, зміна стану дискретного входу інвертора передає керування приводом регулятору МІК-21 в режим «Ручний» або «Автомат». На другий вхід МІК-21 можна подати сигнал з аналогового виходу інвертора (або струм навантаження, або поточна частота живлення навантаження).



Мал. 44 - Контур автоматичного регулювання розрядження в топці котлоагрегату.

Вибір в якості регулятора МІК-21 зумовлений такими взаємопов'язаними причинами: -сучасний засіб автоматизації з комунікаційними функціями (OPC-сервер, Modbus RTU протокол) для зв'язку з верхнім рівнем АСУТП; -наявність 16-розрядного АЦП і 12-розрядного ЦАП дозволяє при реалізації аналогового ПІД-закону максимально наблизитися до теоретичного ПІД-законом регулювання (спільно з інвертором в якості виконавчого пристрою); - «Комунікабельність» регулятора по відношенню до оператора технологічного процесу. Не секрет, що в малої і середньої теплоенергетиці є проблеми з кваліфікацією обслуговуючого персоналу. У цьому сенсі регулятори «Мікрол» максимально схожі зі старими моделями регуляторів за функціями управління призначеним для оператора (режим «Ручний / Автомат», установка «Завдання», ручне керування виконавчим механізмом і т.д.); -Можливість налаштування фільтру вхідного сигналу з панелі регулятора, наприклад, для усунення впливу низькочастотних пульсацій розрядження в топці котла, згаданих вище.

Ще більш досконала система регулювання котлоагрегатом може бути реалізована за допомогою контролера МІК-51 «Мікрол». **Вище згадувалася зв'язок контурів регулювання співвідношення і розрядження.** Конфігуруємо схему співвідношення паливо-повітря і схему регулювання розрядження в одному пристрої можна організувати динамічний зв'язок між зміною витрати повітря і контуром розрядження шляхом з'єднання виходу регулятора витрати повітря з входом регулятора розрядження через ланку реального диференціювання. Один з варіантів можливої системи, реалізованої в редакторі FBD-програм АЛЬФА (**використовується для конфігурації МІК-51 з ПК**) представлений на Мал.45 ↓ (частина схеми співвідношення не показана).



↑ Мал.45 - FBD-програма проектування контурів регулювання розрідження для МК-51, на екрані комп'ютера .

Регулятор співвідношення підтримує сталим відношення між витратою газу та витратою повітря. Це співвідношення підтримується шляхом зміни частоти обертання двигуна дуттєвого вентилятора. Крім того, регулятор співвідношення отримує сигнал корекції від аналізатора димових газів (сигнал отримується від сенсора кисню) про повноту згоряння газів в топці.

Регулятор рівня води у верхньому барабані парового котла підтримує заданий рівень води («дзеркало випаровування»).

! Важливо !

Використання мікропроцесорних регуляторів «Мікрол» та частотних перетворювачів у контурах регулювання є сучасним підходом до проблем автоматизації і дозволяє отримати значний економічний ефект за рахунок:

- економії електроенергії на приводах виконавчих механізмів;
- економії природного газу-палива котельних агрегатів шляхом більш якісного регулювання в умовах дії збурень по навантаженню.

↑ Питання для самоконтролю ↓

1. Навіщо трифазні асинхронні електродвигуни в контурах регулювання котла і не тільки вмикають через частотні перетворювачі?
2. Навіщо **аналогові** регулюючі пристрої, наприклад такі як Р-25 або Р-29 замінюють на мікроконтролери (МК-51 або їх функціональні аналоги)?
3. Поясніть роботу контура автоматичного регулювання розрідження в топці котлоагрегату.
4. Навіщо використовується редактори FBD-програм АЛЬФА?

7.5 Автоматика парового котлоагрегату.

Мета і об'єм автоматики парового котла. Функціональна схема автоматики. Робота автоматики безпеки, автоматики регулювання, послідовності пуску, зупинки та контролю повністю виконаної на базі цифрових технологій (мікроконтролери та ЕОМ).

📖 **Література:** [11]. Мережа **Internet:** <http://www.microl.com.ua>; <http://www.ezm.ru/>

§ Методичні вказівки, теоретичні відомості §

Автоматизація газового котла на 2-х програмованих контроллерах МІК-51В

даному прикладі приведена схема автоматизації парового газового котла. Схема представлена на Мал.46 ↓ і виконує наступні функції:

- регулювання витрати газу з корекцією по тиску пари на виході з котла,
- регулювання витрати повітря, яке поступає в котел, по заданому співвідношенню витрати газу з корекцією витрати повітря за вмістом кисню в димових газах,
- регулювання рівня води в барабані котла.
- регулювання розрідження в котлі.

Підвищення ефективності і ККД роботи котла здійснюється за допомогою використання в даній схемі аналізатора вмісту кисню в димових газах.

Автоматична система регулювання реалізована на двох програмованих мікропроцесорних багатофункціональних контроллерах МІК-51

3 апаратури введення-виводу контроллера МІК-51 No 1 використовуються:

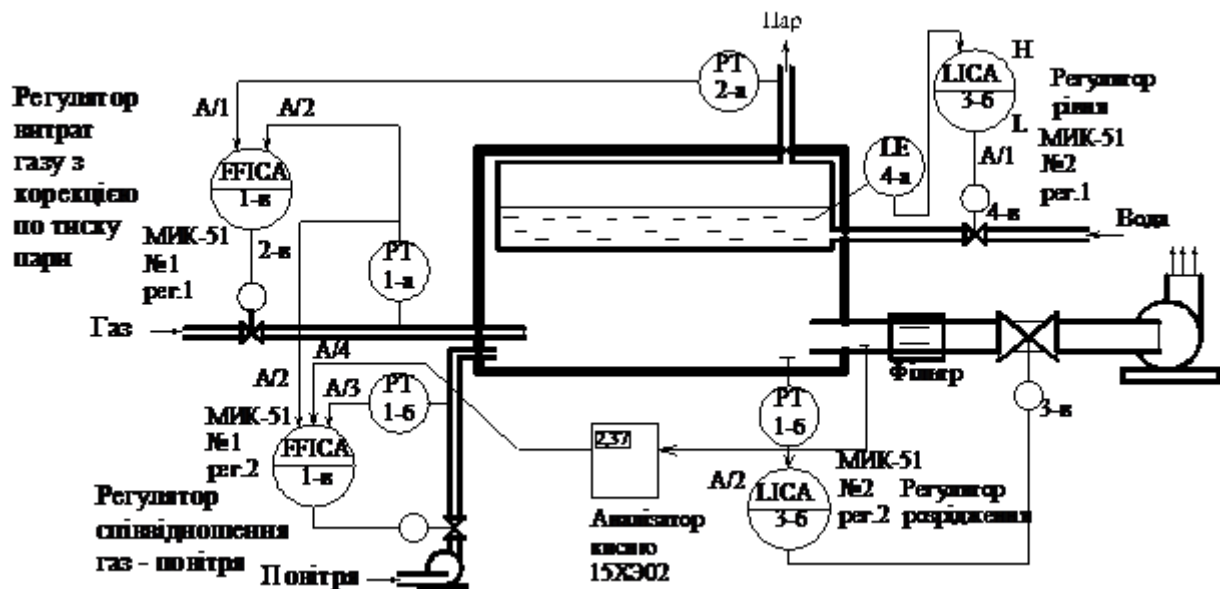
- 1-й аналоговий вхід А/1 - тиск пари на виході з котла;
- 2-й аналоговий вхід А/2 - витрата газу,
- 3-й аналоговий вхід А/3 - витрата повітря,
- 4-й аналоговий вхід А/4 - вміст кисню в димових газах.

3 апаратури введення-виводу контроллера МІК-51 No 2 використовуються.

- 1-й аналоговий вхід А/1 - рівень води в барабані котла;
- 2-й аналоговий вхід А/2 – розрідження в котлі.

У програмах контролерів МІК-51 No 1 і No 2 встановлюються функціональні блоки регуляторів, що мають наступне призначення:

1. FFICA (поз. 1-е) МІК-51 No 1 рег. 1 - ПД-імпульсний регулятор витрати газу з корекцією по тиску пари на виході з котла. Регулювання здійснюється з корекцією по тиску пари на виході з котла. **Іншими словами, коли тиск пари падає (або росте), відповідно регулятор збільшуватиме (зменшуватиме) тиск газу, який поступає на згорання.**
2. FFICA (поз. 1-у) МІК-51 No 1 рег. 2 - ПД-імпульсний регулятор витрати повітря, яке поступає в котел, по заданому співвідношенню витрати газу з корекцією витрати повітря за змістом кисню в димових газах.
3. LICA (поз. 3-б) МІК-51 No 2 рег. 1 - ПД-імпульсний регулятор рівня води в барабані котла.
4. PICA (поз. 3-б) МІК-51 No 2 рег. 2 - ПД-імпульсний регулятор розрідження в котлі.



↑ Мал.46 - Функціональна схема (типова) автоматизації регулювання технологічних параметрів парового котла.

Аварійне відключення здійснюється в наступних аварійних ситуаціях (**паровий котел**): тиск пари аварійний; димосос не працює; розрідження в топці низьке; живильний насос не працює; нижній аварійний рівень води в барабані котла; верхній аварійний рівень води; несправність термодатчика; вибух газів в топці; аварійна температура корпусу топки; аварійна температура димових газів; загально котельний параметр не в нормі; несправність приводу ПЗ. ГЗ, ДЗ; тиск газу низький; тиск газу високий; вентилятор пальника не працює; тиск повітря ВГ низький; основний вентилятор не працює; герметичність – витіки; герметичність – натікання; примарне полум'я 1; полум'я 1 відсутнє. Попереджувальна сигналізація (без відключення газу) здійснюється при: несправність датчиків рівня; тиск води до живильного насоса низький, несправність зворотнього клапану.

! Важливо !

↑ Питання для самоконтролю ↓

- 1.Регулювання яких технологічних параметрів здійснює автоматика парового котла?
- 2.Поясніть роботу автоматики регулювання рівня води у верхньому барабані котла у випадку аварійного підвищення/зниження рівня води.
- 3.Яку функцію і в якому обсязі виконує автоматика безпеки парового котла?
- 4.Поясніть в загальних рисах процедуру пуску парового котла.

7.6 Автоматика водяного котлоагрегату

Мета і об'єм автоматики водяного котла. Функціональна схема автоматики. Робота автоматики безпеки, автоматики регулювання, послідовності пуску, зупинки та контролю виконаної на базі мікроконтролерів та робочої станції оператора АРМ (автоматизоване робоче місце оператора). Відмінності автоматики парового та водяного котлоагрегатів. Автоматика зерносушарок.

Екскурсія на сільськогосподарське виробництво для ознайомлення з роботою автоматики газоспалюючого агрегату.

Література: [11]. Мережа Internet: <http://www.microl.com.ua>;
<http://www.elas.com.ua>; <http://www.ezm.ru/>

§ Методичні вказівки, теоретичні відомості §

Автоматика водяного котлоагрегату. Блоки автоматичного керування (БАК), Мал.46 ↓ - універсальний, базовий «ВЕГА-Класик», призначено для автоматичного керування роботою газового пальника, теплотехнічними режимами роботи водяного/парового котла або теплогенератора, а також іншими технологічними об'єктами. Побудовані на базі мікроконтролера фірми ATMEL. БАК має можливість керувати приводами заслонок як з семісторним керуванням (трьох точкове керування, напр. Gruner 227-3-230-05-P5, закрито-відкрито) так з аналоговим керуючим сигналом 0-10 Вольт (напр. Gruner 227C-024-05). Є можливість вибрати три види регулювання в меню «Установки\Конфигурация»: ступінчасте, покрокове, модуляційне (плавне або ПИД-регулювання). В блок автоматичного керування входять:

- **автоматика безпеки** – сукупність приладів, сенсорів (датчиків), виконавчих механізмів, регулюючих органів та їх алгоритма роботи. Призначення автоматики безпеки - при виході із завданих меж, любого із параметрів, характеризуючих нормальну роботу технологічного об'єкта, повністю припинити подачу газу до об'єкта з включенням аварійної сигналізації.

- **аварійна сигналізація** - світлова і звукова сигналізації з реєструванням параметра, викликавшого порушення нормального режиму роботи технологічного об'єкту.

- **технологічна сигналізація** - світлова і звукова сигналізації про виконання команд керування технологічним об'єктом.

- **автоматичне регулювання технологічних параметрів і режимів роботи технологічного об'єкту** - підтримання оптимальних значень технологічних параметрів на об'єкті, забезпечуючих нормальну і економічну його експлуатацію. Вбудований годинник с автономним джерелом (літій - термін роботи до 5-ти років) дозволяють вести процеси керування по календарю, а також зберігати інформацію у прив'язці до календарного часу. В програму покладено алгоритм, дозволяючий при необхідності відслідковувати залежність температури теплоносія від температури навколишнього середовища.

Алгоритм роботи (набір інструкцій для роботи) та часові характеристики блока керування визначаються в процесі розробки прикладного програмного забезпечення для конкретного пристрою (водяний, паровий котли, тепло генератор, тощо).

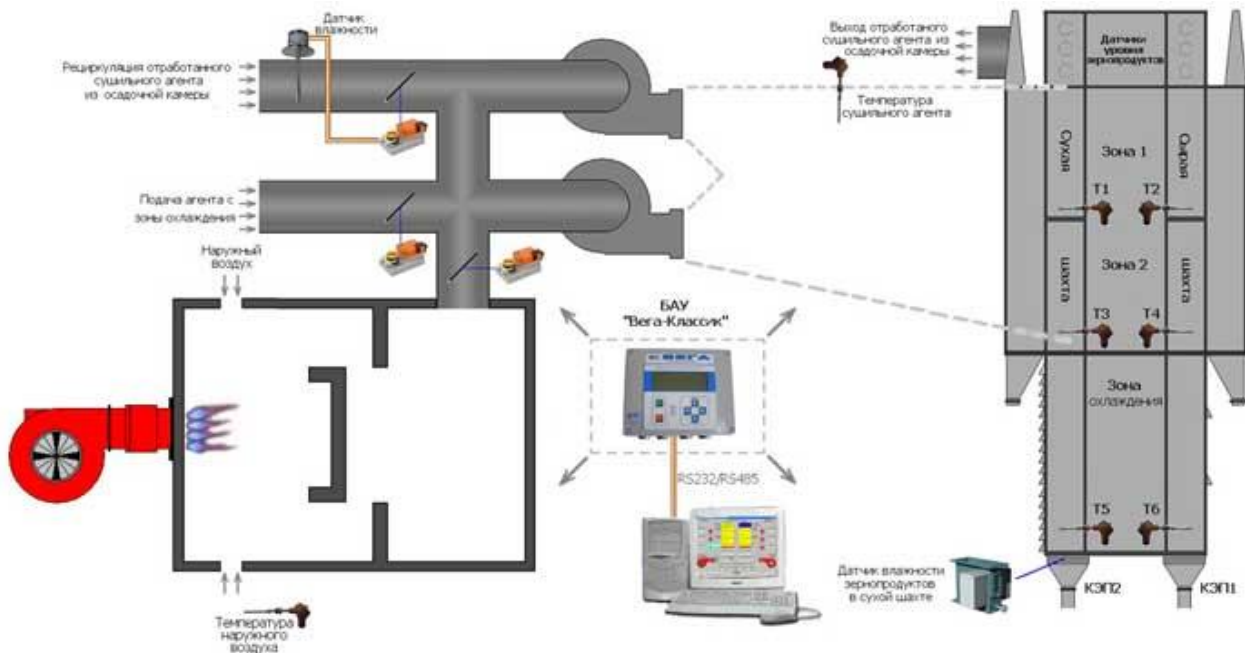
Блок керування забезпечує наступні режими роботи:

- тестування вхідних та вихідних каналів;
- автоматичне розпалювання, перевід в робочий стан і зупинку у відповідності до алгоритму;
- автоматичне регулювання теплопродуктивності залежно від температурного стану нагріваємого об'єкту;
- аварійне відключення пальника з запам'ятовуванням першопричини аварії;
- вмикання зовнішнього звукового сигналу при виникненні аварійної ситуації;

- відображення на екрані дисплею інформації на протязі всього процесу.

В режимі «ручне розпалювання» аварійні параметри не контролюються. Контролюється тільки наявність полум'я. Мерехтіння червоного світлодіода на лицевій панелі означає передачу даних по інтерфейсу RS232 або RS485.

На основі блоків автоматичного керування серії «Вега» Мал.47 ↓ , а також контролерів серії VISION, виконується автоматизація зерносушарок (стаціонарних ДСП32, ДСП50 і пересувних) із застосуванням пальників серії МДГТ, повітрянагрівачів серії АГОС. Забезпечується контроль температури і вологості.



Мал.47 - Приклад автоматизації зерносушарки ДСП50. (<http://www.elas.com.ua>).

- Автоматизація роботи газового пальника або повітрянагрівача відповідно до ГОСТ 21204;
- Підтримка заданої температури сушального агента в зоні сушки зміною теплової потужності пальника або повітрянагрівача;
- Вимірювання вологості зерна за допомогою ємкісних, СВЧ-датчиків вологості. Перерахунок в реальну вологість зернопродуктів. Програмна калібрування датчиків вологості;
- Підтримка заданої вологості зернопродуктів на виході з сухої шахти. Передбачено ручний і автоматичний режим роботи КЕП;
- В залежності від вологості відпрацьованого агента з осадової камер, регулюється відкриття шиберу каналу рециркуляції;
- Управління та контроль приводами вентиляторів, датчиками рівня зерна, датчиком руху норій;
- Зв'язок з ПК по RS-232/RS-485. Програма управління зерносушаркою має електронний журнал аварій, дій оператора; оперативні (за останні 2 години) і добові графіки зміни вологості зерна, температур.

! Важливо !

Блоки автоматизованого управління технологічним процесом БАУТП «ВЕГА»

(Україна, м. Фастів, <http://www.elas.com.ua>).

Блоки «ВЕГА» застосовуються для управління газовим обладнанням потужністю до 20 МВт (пальники, теплогенератори, печі, сушарки, водогрійні і парові котли). Блок виконується в двох виконаннях: з силовим відсіком і без нього. БАУ має вбудований інтерфейс RS-232/RS-485, що дозволяє підключати його до ПК. Блок має зручний інтерфейс управління, інформація виводиться на чотирирядкова РКІ.

На основі блоків автоматичного керування серії «Вега», а також контролерів серії VISION, виконується повна автоматизація роботи: котлів, пальників, загальнокотельного обладнання, сушил різних типів, повітрянагрівачів, інших пристроїв.

Блоки «ВЕГА» дозволяють автоматизувати будь-які технологічні процеси пов'язані зі спалюванням газу, такі як: сушка зерна, пропарювання бетону, розігрівання бітуму, нагрівання подин печей, інші технологічні процеси.

Переваги блоків «ВЕГА»: зв'язок з ПК через RS232/RS485, повна візуалізація технологічного процесу на ПК, SMS-контроль, диспетчеризація по каналах GPRS, зміна програмного забезпечення на вимогу замовника, шеф-монтаж і шеф-наладка.

↑Питання для самоконтролю ↓

1. Які процеси потребують регулювання у водяного опалювального котлоагрегату?
2. Виникнення яких аварійних ситуацій призведе до автоматичної зупинки водяного котлоагрегату автоматикою?
3. Поясніть послідовність пуску і зупинки водяного котла автоматикою.
4. Що функціонально об'єднує всі автоматики, у агрегатах, де здійснюється спалення газу?

Розділ 8 СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ І КЕРУВАННЯ ОБ'ЄКТАМИ ТА СИСТЕМАМИ ГАЗОПОСТАЧАННЯ

8.1 Методи і засоби передачі та прийому інформації для керування, контролю на відстані за технологічними об'єктами та системами (телемеханіка).

Основні поняття теорії інформації. Приклад побудови базової моделі передавання інформації. Функції, об'єм і засоби (для систем ТК, ТВ, ТС). Диспетчерські пункти. Задачі диспетчерського керування. Система передоплати газу, наприклад «САМГАЗ».

📖 **Література:** [11]. Мережа Internet: samgas.com.ua/ua/4clients/products/216.html

§ Методичні вказівки, теоретичні відомості §

Теорія інформації - це розділ **кібернетики**, в якому за допомогою математичних методів вивчаються способи вимірювання інформації та методи її кодування з метою стиснення інформації і надійної передачі каналами зв'язку.

Отже, **інформація** – це об'єктивно існуючий зміст, який характеризує стан і поведінку певної системи загалом або її окремих елементів та зменшує ступінь невизначеності у процесі його пізнання і переробки. Інформація протилежна невизначеності.

Канал зв'язку - це середовище передачі інформації, що характеризується максимально можливою для нього швидкістю передачі даних – **пропускною здатністю**, або **ємністю** каналу. Типові канали зв'язку: телеграфний, телефонний, оптоволоконний, цифровий телефонний. Найбільш поширені телефонні лінії зв'язку,

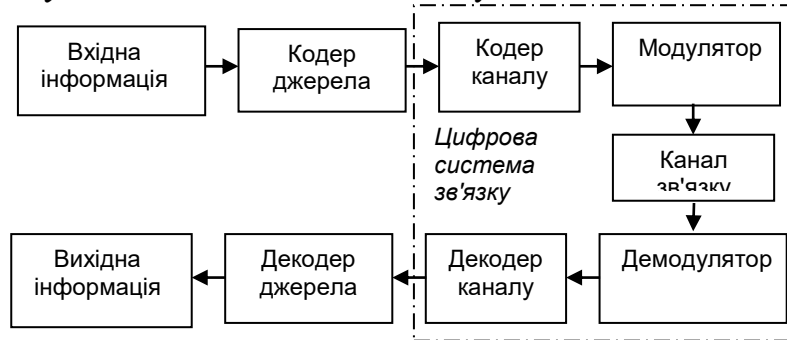
для яких досягнута швидкість передачі даних, >50 Кілобод.

Максимально можлива швидкість передачі інформації по каналу називається **пропускною здатністю**, або **ємністю каналу зв'язку**

Кодування - перетворення інформації на впорядкований набір символів, елементів, знаків.

Завадостійке кодування інформації використовується для підвищення її надійності передачі по цифрових каналах. Наприклад, використання **надлишковості** - закодовані послідовності завжди містять додаткові **надлишкові символи**;

Шум - це завади в каналі зв'язку.



Мал.48 - Узагальнена схема системи передачі інформації має такий вигляд

Методи і засоби передачі та прийому інформації для керування, контролю на відстані за технологічними об'єктами та системами застосовується тоді, коли необхідно об'єднати роз'єднані або територіально розосереджені об'єкти управління в єдиний виробничий комплекс.

Розглянемо основні поняття, використовувані в телемеханічних системах, на прикладі так званої дворівневої системи, що стала класичною схемою.

Контроль і управління системою здійснюють з Пункту Управління (ПУ), де знаходиться диспетчер, апаратура телемеханіки, ЕОМ, мнемонічний щит.

Об'єкти контролю і управління знаходяться на контрольованих пунктах (КП), одному або декількох.

Взаємодія між ПУ і КП відбувається по каналу зв'язку. Це може бути проста фізична лінія, оптоволокну, виділений телефонний канал, радіоканал і т.п. При підключенні до одного каналу зв'язку декількох КП кожен з них повинен мати унікальний номер.

Часто під ПУ і КП увазі саму апаратуру для **передачі та прийому інформації для керування, контролю на відстані за технологічними об'єктами та системами**.

Дані між ПУ і КП передають короткими масивами, які називають кадрами, фреймами, посилками. Посилки разом з даними містять адресну частину і перевірочний код для виявлення спотворень в процесі передачі. Адреса повинен однозначно ідентифікувати вимірюваний параметр в рамках всієї системи, наприклад, номер контролера ПУ - номер КП - номер групи в КП - номер параметра в групі. Для захисту даних зазвичай використовують один з варіантів підрахунку контрольної суми.

Спосіб кодування даних та порядок обміну посилками зазвичай називають протоколом обміну. Однією з основних вимог при виборі протоколу є його надійність, тобто здатність передавати дані без спотворень і можливість повторної передачі у разі збою.

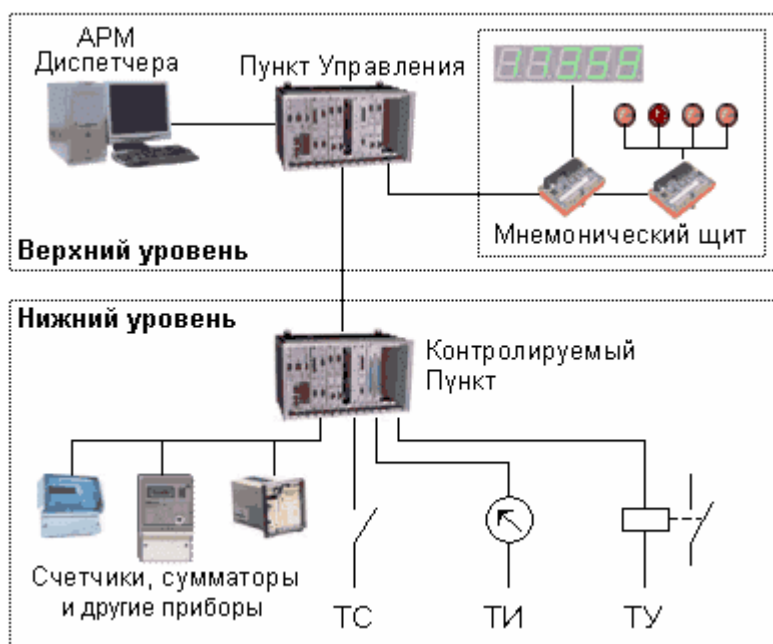
Апаратура для **передачі та прийому інформації для керування, контролю на відстані за технологічними об'єктами та системами** (зазвичай звана контролером) на КП збирає інформацію про об'єкт за допомогою сенсорів і перетворювачів.

Сенсорами можуть бути прості двопозиційні перемикачі, стан яких змінюється при зміні стану об'єкта (включений / виключений, норма / аварія і т.п.). Зазвичай контролер КП стежить за станом датчиків і при зміні хоча б одного з них передає на ПУ посилку, яку називають телесигналів (ТС). Контролер ПУ, отримавши ТЗ, передає його на ЕОМ і контролер щита. Програма на ЕОМ змінює стан зображення контрольованого об'єкта на схемі і попереджає диспетчера звуковим сигналом. Контролер щита запалює на щиті відповідний індикатор.

Для кількісної оцінки стану об'єкта на КП застосовують перетворювачі, які перетворюють фізичні параметри (температура, тиск, напруга, струм) в нормовані електричні сигнали. Контролер КП вимірює значення цих сигналів та передає їх на ПУ в цифровому вигляді в посилках телевимірювання (ТИ). Аналогічно ТЗ, ТІ надходять на ЕОМ і щит для відображення. Програма для ЕОМ може відслідковувати рівні приходять вимірювань і сигналізувати, наприклад, про перевищення критичного порога (уставки).

При необхідності втручання в хід контрольованого процесу оператор за допомогою ЕОМ видає в систему команд телекерування (ТУ). С ЕОМ команда надходить на контролер ПУ, який передає його потрібного КП. Контролер КП при отриманні команди перевіряє її достовірність, видає електричний сигнал для включення виконавчого механізму (наприклад, запуск електродвигуна), передає на ПУ квитанцію про виконання команди. Команди ТУ зазвичай двопозиційні: ТУ Включити і ТУ Вимкнути.

Сучасні контролери КП можуть отримувати інформацію не тільки з датчиків і перетворювачів, але і з різних мікропроцесорних пристроїв, наприклад, приладів обліку, струмових захистів. Для стикування з такими пристроями застосовують один з локальних інтерфейсів, наприклад, RS-485. Інформаційний обмін йде з використанням одного з сумісних протоколів, наприклад, Modbus.



Мал. 49 - Приклад побудови системи для передачі та прийому інформації для керування, контролю на відстані за технологічними об'єктами та системами.

! Важливо !

Тенденції розвитку. У сучасній системі передачі та прийому інформації для керування, контролю на відстані за технологічними об'єктами та системами велика увага приділяється програмному забезпеченню системи та інтеграції з діючими системами та програмними комплексами. Стандартом стало графічне представлення схем контрольованого процесу (мнемосхем) з "живим" відображенням поточного стану, управління об'єктом з кадрів мнемосхем.

У програмному забезпеченні спостерігається тенденція до стандартизації програмних інтерфейсів систем збору даних і обробних програм (технологія OPC), зростає потреба експорту зібраних даних в спеціалізовані програми (розрахунку режимів, планування, аналітичні, АРМ фахівців). В умовах ускладнення систем підвищується роль засобів діагностики і налагодження.

З технічного боку в системах все частіше використовуються сучасні швидкісні канали зв'язку (оптоволокну, Ethernet) і бездротові технології (наприклад, транкінговий і стільниковий зв'язок). Разом з тим зберігається потреба стикування з морально (а іноді і фізично) застарілими "успадкованими" системами, із збереженням їх протоколів зв'язку. На контрольованих об'єктах все частіше виникає необхідність стикування з локальними технологічними системами. Поряд з ускладненням самих систем та їх програмного забезпечення спостерігається зміна вимог до реалізованим функціям. До традиційних функцій системи для **передачі та прийому інформації для керування, контролю на відстані за технологічними об'єктами та системами** (телесигналізація, телевимірювання, телеуправління) додаються функції енергообліку, транспорту даних з локальних автоматичних приладів. До звичайних функцій контролю за зміною стану і перевищення граничних значень додаються можливості поточних розрахунків та логічного аналізу (наприклад, балансні розрахунки).

↑Питання для самоконтролю ↓

1. Які основні поняття теорії інформації Вам відомі?
2. Поясніть призначення системи телекерування.
3. Поясніть призначення системи телевимірювання.
4. Поясніть призначення системи телесигналізації.

8.2 Диспетчерське керування, та збір даних.

Централізовані системи типу SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) - диспетчерське керування та збір даних, концепція. Диспетчеризація систем газопостачання. Система автоматичного керування (САК) ГРС на базі програмно-технічних засобів інтегрованих у технологічне устаткування.

 **Література:** [13].

Мережа **Internet**: http://vns.lp.edu.ua/moodle/pluginfile.php/175935/mod_resource/content/1/%D0%A2%D0%B5%D0%BC%D0%B0%2011.pdf

§ Методичні вказівки, теоретичні відомості §

Концепція SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition – диспетчерське

керування й збирання даних) визначена всім ходом розвитку систем керування й результатами науково-технічного прогресу в АСУТП. Застосування SCADA-технологій дає змогу досягти високого рівня автоматизації під час вирішення завдань розроблення, розподілених систем керування, збирання, обробки, передавання, зберігання й відображення інформації. Дружність людино-машинного інтерфейсу (HMI/MMI), надаваного SCADA-системами, повнота й наочність інформації, представленої на екрані, доступність "важелів" керування, зручність користування підказками й довідковою системою тощо, дає змогу підвищують ефективність взаємодії диспетчера із системою й зводять до нуля його критичні помилки при керуванні.

Слід зазначити, що **концепція SCADA в основу якої покладено автоматизоване розроблення систем керування** виконує ряд завдань, які довгий час вважалися нерозв'язними: скоротити строки розроблення проектів з автоматизації й прямі фінансові витрати на їхнє розроблення, експлуатацію та розширення .

Основні вимоги до розподіленої системи АСУТП (автоматична система керування технологічними процесами) відповідно до цієї концепції:

- приймання інформації про контрольовані технологічні параметри від контролерів нижніх рівнів і датчиків;
- збереження прийнятої інформації в архівах;
- графічне представлення ходу технологічного процесу з відображенням поточних значень контрольованих параметрів;
- приймання команд оператора і передавання їх на адресу контролерів нижніх рівнів і виконавчих механізмів у ручному режимі управління;
- реєстрація подій, пов'язаних з контрольованим технологічним процесом і діями персоналу, відповідального за експлуатацію обслуговування системи;
- оповіщення експлуатаційного й обслуговувального персоналу про виявлені аварійні події, пов'язані з контрольованим технологічним процесом і функціонуванням програмно-апаратних засобів АСУТП із реєстрацією дій персоналу в аварійних ситуаціях;
- формування звітних документів на основі архівної інформації;
- експорт інформації для обміну з автоматизованою системою керування підприємством;
- автоматичне керування технологічним процесом відповідно до заданих алгоритмів.

Сучасна телеметрія і облік газу на ГРП (модернізація існуючих газорегуляторних пунктів).

На прикладі модернізації систем телеметрії та обліку газу всіх ГРП міста Маріуполь (або групи сільських населених пунктів). Основним завданням ставилося реалізувати надійну систему контролю значень тиску газу, сигналізації і передачі даних на центральний диспетчерський пункт допомогою безпроводного зв'язку.

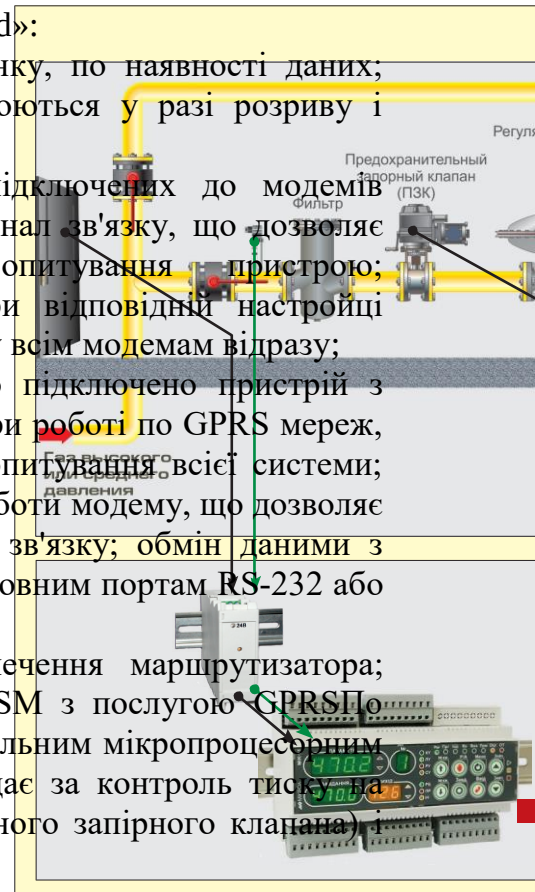
Остання умова була обов'язковою, оскільки самі пункти ГРП територіально розосереджені, і використання провідних засобів зв'язку є скрутним.

Для вирішення завдань обліку використовуються сучасні обчислювачі об'єму газу. У системі застосовується розробка підприємства «МІКРОЛ» (м. Івано-Франківськ) - GSM - маршрутизатор «Squid», що являє собою пристрій різних систем бездротового збору даних та / або управління по протоколу ModBus RTU з використанням технології пакетної передачі даних GPRS в стільникових мережах стандарту GSM

Мал.50 - Схема системи телеметрії і обліку газу на звичайній ГПП (з використанням мікроконтролера МІК-51).
Мал.51 - Та середовище виконання SCADA системи Visual Intellect на екрані комп'ютера.

Основні функціональні можливості, Мал.50 ↑ системи «Squid»:

- режими установки GPRS з'єднання: постійно, по дзвінку, по наявності даних; завдяки такому підходу дані не втрачаються і не дублюються у разі розриву і подальшого відновлення GPRS з'єднання;
- можливість задавати рядки даних для опитування підключених до модемів пристроїв через задані інтервали часу, минаючи GPRS канал зв'язку, що дозволяє економити вхідний трафік і зменшити час опитування пристрою;
- маршрутизація пакетів даних протоколу ModBus при відповідній настройці дозволяє виключити трансляцію передачу пакетів протоколу всім модемам відразу;
- інформація передається тільки тому модему, до якого підключено пристрій з відповідним адресом. Ця властивість особливо актуально при роботі по GPRS мереж, так як дозволяє економити як трафік, так і час на цикл опитування всієї системи; вбудована система самодіагностики і ведення статистики роботи модему, що дозволяє застосовувати його в системах, критичних до надійності зв'язку; обмін даними з джерелом / одержувачем інформації здійснюється по послідовним портам RS-232 або RS-485 (швидкості від 1 200 до 115 200 біт / с);
- віддалене конфігурування і зміна ПрограмногоЗабезпечення маршрутизатора; дальність зв'язку визначається зоною покриття мережі GSM з послугою GPRS. По інтерфейсу RS-485 маршрутизатор «спілкується» з універсальним мікропроцесорним контролером МІК-51Н настінного монтажу, який відповідає за контроль тиску на вході і на виході ГПП, контроль положення ЗЗК (запобіжного запірного клапана).



відпрацювання сигналу, який надходить від сигналізатора загазованості (СОС-1 або ЩИТ виробництва підприємства «РОСС», або ДОЗОР-С (НПП «Оріон»)).

- передбачена також відпрацювання сигналу наявності несанкціонованого доступу на ГРП (на входних дверях ГРП встановлений геркон). Всі сигнали від датчиків (як аналогові, так і дискретні) надходять на контролер МІК-51Н через бар'єри іскрозахисту.

Слід зазначити, що застосування в даній системі телеметрії універсального контролера МІК-51Н викликано необхідністю передугледіти основу для подальшої модернізації, де контролер буде задіяний ще й в автоматичному і / або ручному (дистанційному та за місцем) управлінні вузлами ГРП.

Для вирішення завдань обліку газу використовується мікропроцесор обчислювач об'єму газу «Універсал» виробництва НВП «ГРЕМППС» (м. Вінниця). Цей пристрій, так само, як і МІК-51Н, штатно оснащений інтерфейсом RS-485, що дозволило включити його в загальну мережу передачі даних і підключити до маршрутизатора. Вся система зібрана в невеликому шафі настінного монтажу і встановлена в приміщенні КВП пунктів ГРП.

На стороні диспетчерського пункту для реалізації завдань збору та обробки інформації з пунктів ГРП встановлено необхідне програмне забезпечення. Це - середа налаштування маршрутизаторів «SquidConfigurator» і SCADA-система Visual Intellect (Мал.51↑)

- Програмний продукт, що представляє собою сучасну, багатфункціональну, високоефективну SCADA – систему збору, аналізу, обробки, передачі та управління в сучасних системах АСУТП. На базі використаного апаратного комплексу, реалізовано:

- збір та обробка інформації від технологічних датчиків;
- звукова та світлова сигналізація виходу за регламентовані межі значень вимірюваних або обчислюваних параметрів;
- ведення історії; сигналізація про наявність несанкціонованого доступу на ГРП; - можливість передачі даних на рівень управління підприємством.

Крім того, тут закладено все необхідно для подальшого розширення його функціоналу.

Побудова розподіленої АСУТП на принципах сучасних SCADA-систем порівняно із традиційними системами централізованого типу дає змогу:

- мінімізувати затрати** на рівні виникнення інформації та управляючих впливів, оскільки відсутня надлишковість апаратних засобів. Вартість обладнання прямо пропорційна кількості приєднань чи пристроїв. Зниження вартості відбувається також за рахунок різкого зменшення кількості контрольних кабелів, які зазвичай використовуються у традиційних системах;
- істотно скоротити час впровадження АСУТП** на виробництвах або **час реконструкції** наявних за рахунок зменшення обсягу монтажних робіт;
- підвищити гнучкість і здатність до нарощування**. В АСУТП можна інтегрувати будь – які додаткові сучасні пристрої автоматики, вимірювання і регулювання;
- забезпечити значно вищу інформованість** оперативного персоналу про події на виробництві за рахунок повноти надходження інформації із сучасних інтелектуальних пристроїв;
- забезпечити можливість інтеграції АСУ** або її компонентів в інші автоматизовані системи, зокрема оперативно-інформаційні комплекси інших виробників.

Важливо !

Необхідність і шляхи подальшого покращення регулювання тиску газу в системі газопроводів низького тиску (питання енергозбереження).

З якістю газу пов'язаний розмір числового значення тиску газу на вході у споживачів.

За ГОСТ 5542-87 область значень числа Воббе від 41,2 МДж/м³ до 54,5 МегаДжоуль/м³, $\pm 5\%$.

В документації на апарати газові є тільки посилання на ГОСТ 5542-87, але точно число Воббе не вказано.

Не обмовляється розмір числа Воббе і в договорах на постачання природного газу.

Розглядаючи наведені залежності (Рис.2,3,4 →), отримані у Полтавському національному технічному університеті ім. Ю.Кондратюка, можна прийти до висновку, що проблема як в якості газу, так і в регулюванні числового значення тиску газу безпосередньо у точці підключення споживача.

Зміна теплоти згорання на 2% призводить до зміни ККД апаратів газоспоживаючих, на 5%.

Підвищення точності підтримки тиску газу на вході у споживача дало б результат при стабільному розмірі числа Воббе.

У одноступеневою системі проблема тиску вирішується застосуванням регулятора тиску безпосередньо у споживача.

Недоліком одноступінчастої системи є неможливість утилізації енергії надлишкового тиску.

У двоступеневою системою можливе застосування стабілізатора тиску безпосередньо у споживача.

При цьому в обох видах систем повинно дотримуватися обов'язкова умова – достатня надлишковий тиск перед регулятором.

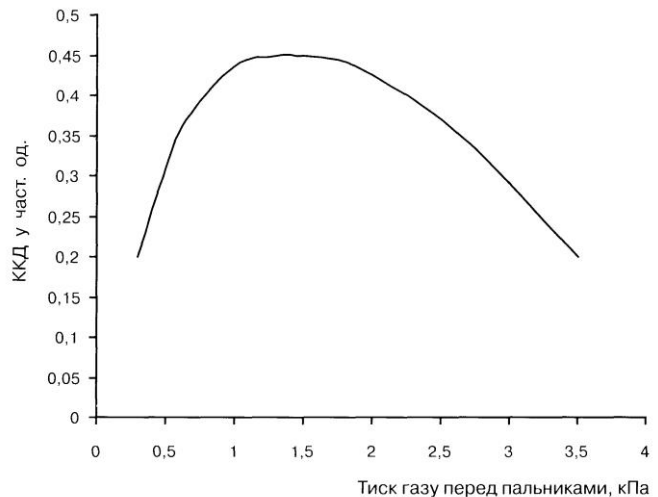


Рис. 2. Графік залежності ККД паливника газових плит від тиску газу

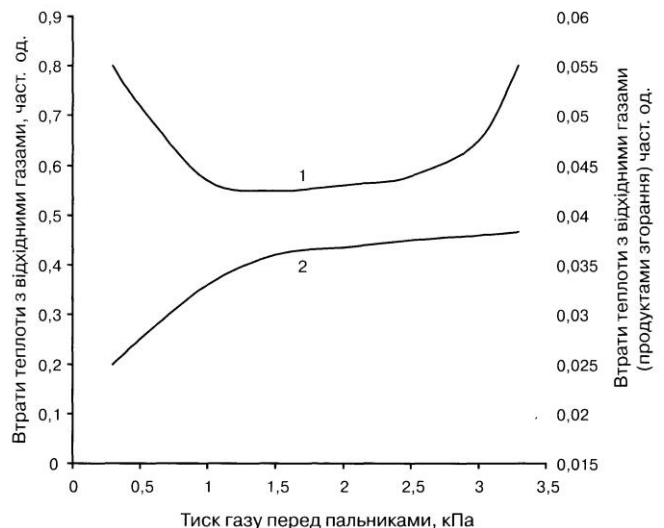
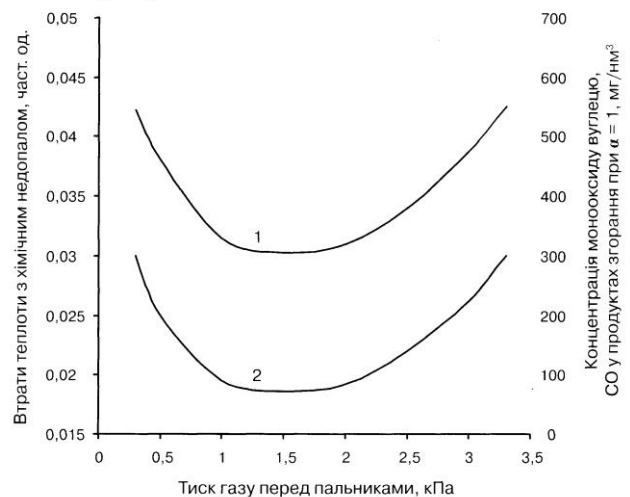


Рис. 4. Втрати теплоти з відхідними газами (1) і у навколишнє середовище (2) залежно від тиску газу перед пальниками газових плит

Регулювання без надлишку ресурсів неможливо.

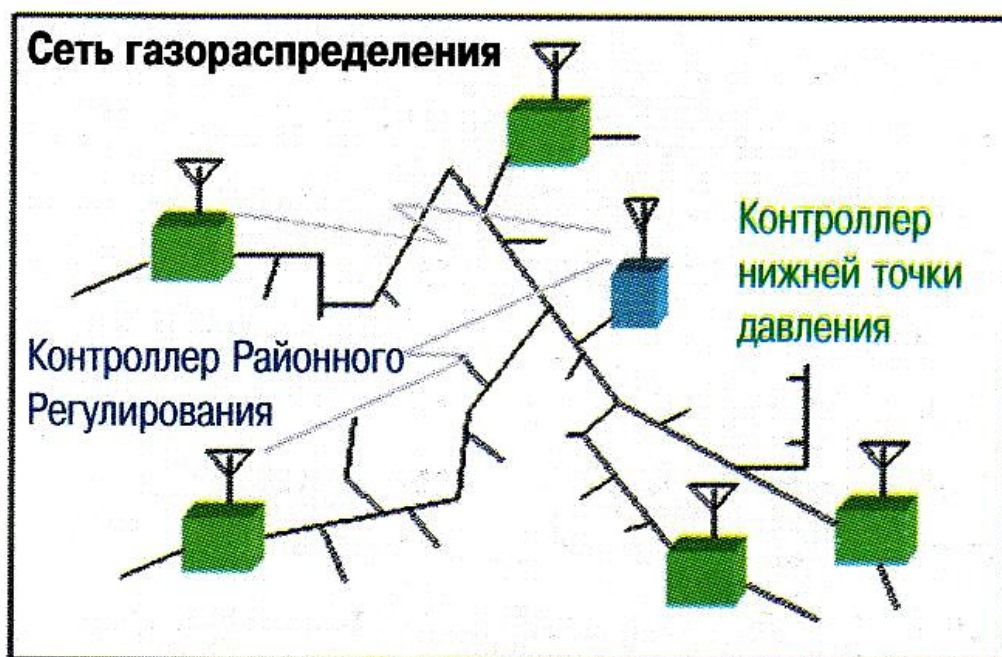
При відхиленні від допустимого розміру числа Воббе, зміною тиску можна забезпечити теплове навантаження не змінним.

Але для реалізації такого складного алгоритму існуючі системи регулювання тиску газу непридатні.

Регулювати числове значення тиску необхідно не на виході з ГРП, а конкретно на вході у самого віддаленого споживача (Мал.52↓).

Вважається також за доцільне доповнити систему контролю та управління газопостачанням населеного пункту обов'язковим входним вузлом якості газу з безперервним, в потоці, хроматографічним аналізом компонентного складу газу, індексу Воббе, теплоти згорання і, можливо, температури точки роси газу.

Ще більш складною є проблема регулювання при використанні утилізаторів енергії замість традиційних регуляторів тиску.



Мал.52- GridBoss – Система регулювання тиску типової газорозподільної мережі.

Прикладом системи контролю та управління газопостачання може бути система GridBoss™

Мікропроцесорні засоби контролю і управління двоступеневої системою газопостачання населеного пункту

КОНТРОЛЬ І РЕГУЛЮВАННЯ тиску в газопроводі. Компоненти системи:

- Контролери GB601
- Контролери GB602
- Робоча станція оператора системи на базі ПЕОМ
- Виконавчі пристрої з мікропроцесорним управлінням (регулюючі клапани)
- Програмне забезпечення
- Вимірювальні перетворювачі тиску, диференціального тиску і температури з мікропроцесорної обробкою вимірювальної інформації

Система GridBoss™. Основні переваги, дає газовим компаніям кращі можливості

по контролю тиску в газопроводах.

Деякі з численних переваг кращого контролю тиску, особливо в старих міських і районних системах газопроводів:

Менше втрати і неврахованого газу:

- менше загальні витоки через стики і отвори;
- менше похибка вимірювання;
- менше витоків через пошкодження труб;
- менше витоків через пристрої подачі газу.

Менше витрати на експлуатацію та обслуговування:

- менше скарг споживачів на витоки;
- менше ремонтних робіт по витокам;
- немає необхідності в сезонній підстроюванні уставок регуляторів;
- знижуються витрати часу на виїзди до об'єктів.

Покращена цілісність системи за рахунок кращого контролю:

- виключається необхідність підстроювань пілота;
- не потрібно збирати і міняти діаграми;
- оперативна та своєчасна інформаційна про функціонування системи газорозподілу.

Безпека газопостачання:

- своєчасна реакція оператора системи на відхилення, які можуть призвести до аварійних ситуацій;
- виключається неконтрольоване, несанкціоноване втручання в роботу системи газопостачання.

Підвищення енергоефективності газоспоживаючих апаратів:

- більш висока точність регулювання тиску газу на вході у споживача і, отже, більш високий ККД апаратів;
- можливість регулювання тиску газу за будь яким алгоритмом.

Принцип регулювання тиску газу (Мал.51↓).

У мінімальній конфігурації Система регулювання тиску газу GridBoss складається з Контролера Районного Регулятора (РР) GB601 на районній газорегулюючій станції і Контролера Нижньої Точки Тиску (НТД) GB602, що знаходиться в точці найбільш віддаленого споживача системи газопостачання.

Контролер НТД накопичує дані по тиску і відсилає їх на контролер РР у разі виходу тиску за допустимі числові межі.

У контролер РР вбудований адаптивно прогнозуємий алгоритм, що використовує дані тиску для побудови профілів уставок, що залежать від часу доби і навколишньої температури.

Контролер використовує цю інформацію для підстроювання уставки районного регулятора, що використовує клапан з сервоприводом для попередження майбутнього режиму споживання газу.

Регулюється тиск газу у споживача, а не на ГРП. Відхилення тиску від заданого принципово неможливо.

Обидва контролера працюють в тандемі для підтримки тиску в точці нижчого тиску в заданих межах, тим самим, знижуючи в середньому тиск по всій системі.

Зазвичай, для міських і районних систем декілька контролерів районного регулятора використовуються на станціях регулювання навколо міста для управління тиском газу в залежності від профілів споживання, що залежать від часу доби і навколишньої температури, які витягуються з контролерів точки нижчого тиску.

Таким чином, регулювання здійснюється з комбінованого принципом – «по

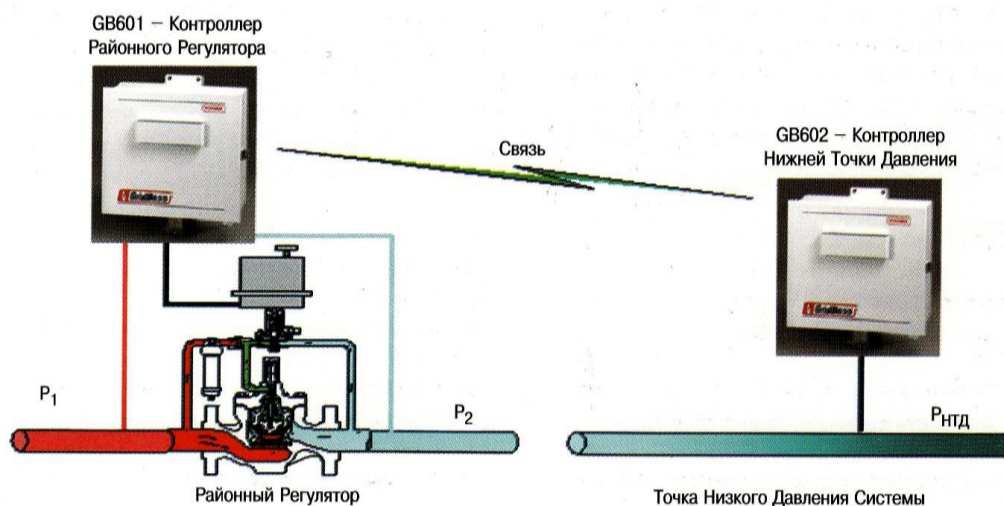
відхиленню» і «по обуренню» із зміною уставки регулювання за профілем споживання газу за попередню добу і температури навколишнього середовища.

Такого рівня регулювання в існуючих системах газопостачання забезпечити немає можливості.

Алгоритм регулювання тиску може бути іншим. Наприклад, при контролі компонентного складу газу в потоці і відхиленні індексу Воббе від номінального може коригуватися тиск для забезпечення незмінною теплового навантаження пальників газових приладів.

Дані про компонентному складі газу можуть передаватися в режимі «on-line» у коректори витрати газу споживачів, в комп'ютери на вузлах обліку газу.

Інформація, що зберігається в пам'яті дозволяє контролювати відповідність споживання газу за показаннями лічильників споживачів та за результатами вимірювання загальної кількості газу за групами споживачів, підключених до загального газопроводу, контролювати стан оплати за газ, виявляти передбачувані несанкціоновані відбори газу за будь-який період експлуатації системи газопостачання.



Мал.53 – споживача і контролера районного регулятора тиску (ГРП). Компонент GridBoss – системи регулювання тиску газу.

З робочої станції оператор має можливість змінювати уставки ґрунтується тиску на ГРП.

Аналогічне рішення може бути реалізоване для регулювання тиску на виході ГРС в залежності від тиску на вході найбільш віддаленого ГРП.

↑Питання для самоконтролю ↓

1. У чому головний сенс використання системи SCADA при автоматизованому проектуванні систем керування?
2. У якому напрямку йде удосконалення роботи газорегуляторних пунктів?
3. З якою метою впроваджують диспетчеризацію технологічних процесів?
4. У чому переваги системи GridBoss регулювання числового значення тиску газу у споживача, над звичайними газорегуляторними пунктами в Україні?

8.3 Автоматизовані системи контролю та керування.

Автоматизовані системи керування технологічними процесами (АСК ТП). Диспетчеризація систем теплопостачання (наприклад, котельні з тепловими пунктами). Структурна схема АСК ТП (основна мета керування, технічні вимоги, головні компоненти функції). Системи контролю та керування DCS (Distributed Control Systems – розподілені системи керування), структурна схема, поняття про протоколи побудови та масштабування розподілених систем. АСК ТП з використанням протоколів обміну інформацією HART (Highway Addressable Remote Transducer), Foundation Fieldbus з відкритою архітектурою між елементами системи. Перспективні розподілені системи керування.

 **Література:** [1]. Мережа **Internet:** www.rosemount.com;indusoft.com.ua/page.php?id=595

§ Методичні вказівки, теоретичні відомості §

Об'єктом диспетчеризації є котельня та 3 ЦТП. Передача даних здійснюється на оперативний АРМ Диспетчера, встановлений в котельні. Два рази з добу здійснюється збір архівної інформації на віддалений АРМ.

Крім автоматики безпеки здійснюється знімання інформації з газового лічильника.

□ Зв'язок диспетчерського пункту з ЦТП організована по телефонній лінії. На котельні надається виділений телефонний номер. Підключення паралельних телефонних апаратів не допускається.

□ Протоколи лічильників і автоматики різні, тому для підключення необхідно використовувати шафу диспетчеризації з контролером – маршрутизатором PC-400, в якому не менше двох RS-485. Один канал використовується для зв'язку з контролерами, другий для зв'язку з лічильниками. Безпосередньо біля лічильників встановлюються адаптери КА-485-2 для перетворення інтерфейсів RS-232/RS-485 і організації лінії зв'язку з PC-400 по RS-485. Для підключення верхнього рівня і передачі даних на АРМ Диспетчера в котельні та віддаленого АРМ Диспетчера в шафу диспетчеризації встановлюється телефонний модем. До PC-400 модем підключається по RS-232.

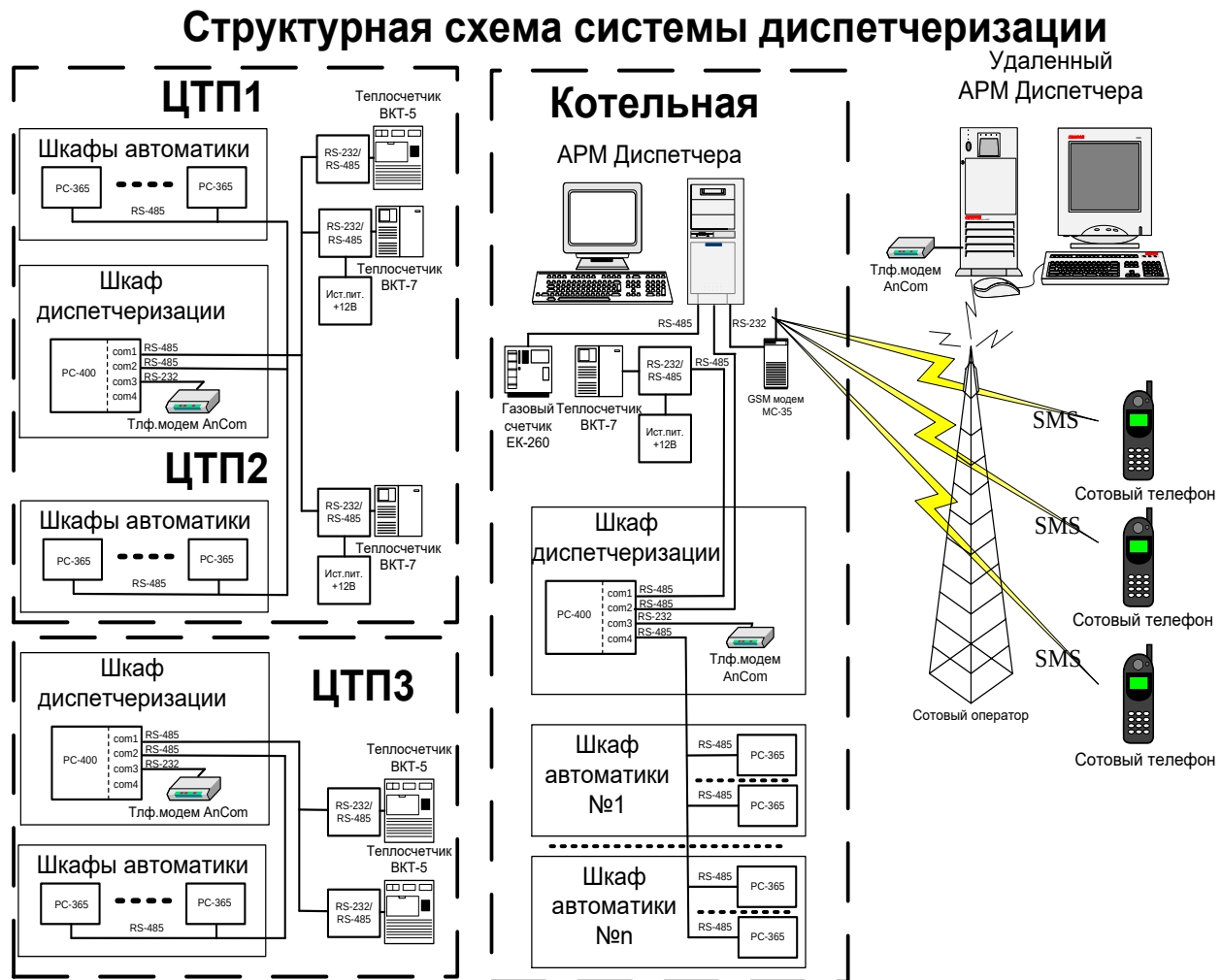
□ На АРМ Диспетчера в котельні встановлюється плата гальванічно розв'язаних RS-485. Пропонується використовувати канал SMS повідомлень (до 3 абонентів) для попередження про аварії на котельні або ЦТП. У випадку аварії на котельні, ЦТП, порушенні зв'язку з Центральний Тепловий Пункт абоненту надійде SMS з повідомленням про аварію.

□ Зв'язок віддаленого АРМ Диспетчера здійснюється не з персональною ЕОМ АРМ на котельні, а безпосередньо з автоматикою об'єкта (PC-400) через телефонний модем. Дана схема викликана вимогами надійності і безпеки. Схема виключає людський чинник (помилка дій оператора при роботі на АРМ в котельні, несанкціоноване вимикання ЕОМ) і забезпечує штатну роботу віддаленого АРМ при виході з ладу АРМ в котельні.

Передавання даних на АвтомаізованеРобочеМісце Диспетчера в котельні.

□ Забезпечується безперервний опит контролерів автоматики котельні і всіх ЦТП в режимі реального часу з виводом показань аналогових датчиків, станів виконавчих механізмів на мнемосхему об'єктів. Додатково організується висновок даних на

екран у табличній формі та у вигляді графіків аналогових значень за часом.



Мал.54 - Приклад загального підходу до диспетчеризації систем теплопостачання.

- ☐ Забезпечується прийом архіву даних за запитом АРМ Диспетчера від об'єктів.
- ☐ Забезпечується оперативний вивід повідомлень про аварійний стан об'єктів.
- ☐ Забезпечується передача SMS повідомлень про аварійний стан об'єктів.
- ☐ Забезпечується вивід на друк трендів.
- ☐ Передача даних в Microsoft Office на даному етапі не передбачена.
- ☐ Забезпечується опитування, яке ґрунтується на виробниках штатних програм фірм виробників лічильників.

Передача даних на віддалений АРМ Диспетчера

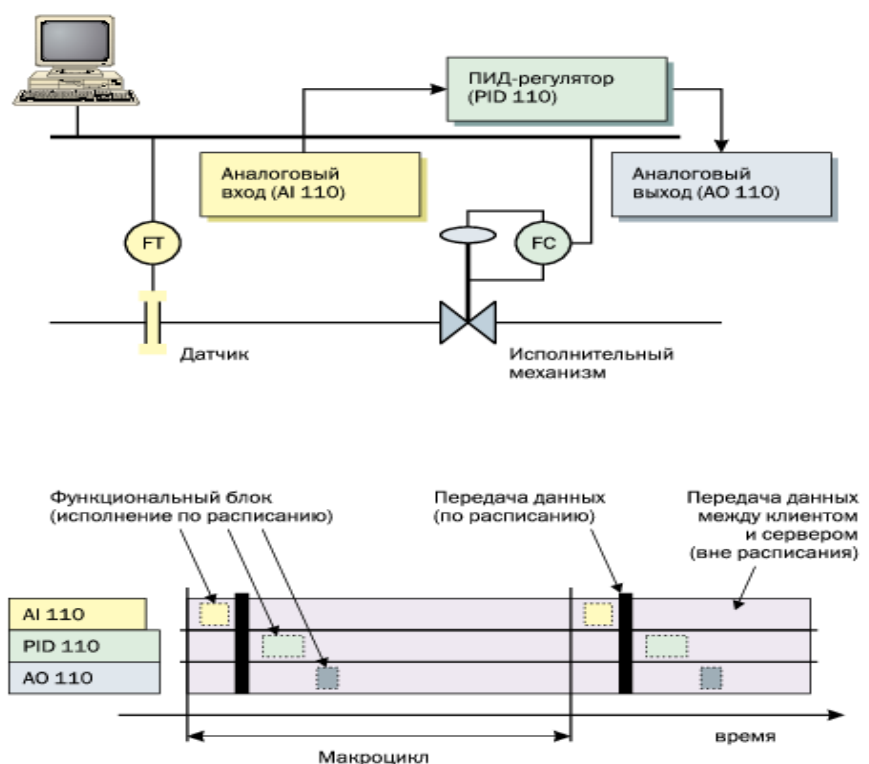
- ☐ Зв'язок з об'єктом здійснюється через телефонний модем.
- ☐ Забезпечується автоматичний (з заданим періодом) і за запитом АРМ Диспетчера опитування контролерів автоматики котельні і всіх ЦТП з виведенням показань аналогових датчиків, станів виконавчих механізмів на мнемосхему об'єктів. Додатково організується висновок даних на екран у табличній формі та у вигляді трендів (графіків аналогових значень за часом).
- ☐ Забезпечується прийом архіву даних за запитом «АРМ Диспетчера» від об'єктів.
- ☐ Забезпечується оперативний вивід повідомлень про аварійний стан об'єктів (у даному випадку ініціатором обміну є нижній рівень системи диспетчеризації).
- ☐ Забезпечується передача SMS повідомлень про аварійний стан об'єктів.
- ☐ Забезпечується вивід на друк необхідної інформації.

Елементами користувальницького рівня в архітектурі, використовуваної FOUNDATION™ fieldbus, є функціональні блоки, які представляють собою стандартизовані об'єкти управління, такі, наприклад, як аналоговий вхід, аналоговий вихід і ПІД регулятор (Мал.55 ↓). Існують також додаткові стандартні функціональні блоки, такі як дискретний вхід, дискретний вихід, селектор сигналів, операторський введення, блок відношення / зсув і блок відношення.

Функціональні блоки вбудовані в вимірювальні перетворювачі та виконавчі пристрої, за рахунок чого забезпечується високий рівень їх функціональних можливостей. У безпечній зоні до одного кабелю може підключатися до 32 пристроїв. Передача даних від вузла до вузла FOUNDATION fieldbus ґрунтується на моделі, що дозволяє передати функції управління на рівень польових пристроїв.

Особливістю стандарту Foundation Fieldbus є те, що в ньому визначений додатковий користувальницький рівень (User Level), що дозволяє, застосовуючи певні функціональні блоки, наприклад, аналоговий введення або виведення, ПІД-регулятор, будувати промислові мережі з розподіленим інтелектом.

Функціональна сумісність пристроїв – це можливість заміни пристрою польової шини одного виробника на пристрій іншого виробника без втрати функціональності або ступеня інтеграції з системою управління або контролером. Функціональна сумісність пристроїв дозволяє користувачеві для свого проекту вибрати найбільш відповідну апаратуру, незалежно від того, хто є виробником конкретного контролера, сенсора, виконавчого механізму або іншого польового обладнання.



↑ Мал.55 - ПІД – регулювання з застосуванням стандарту Foundation Fieldbus (як частина системи диспетчеризації).

Рівні управління системою і каналу зв'язку FOUNDATION Fieldbus також включають автоматичне призначення мережних адрес при установці нового пристрою в систему, що значно спрощує конфігурування системи в цілому.

! Важливо !

В даний час відбувається заміна аналогового стандарту 4 - 20 міліАмпер на цифровий, і на перший план виходить стандарт FOUNDATION FIELDBUS. Поза всяким сумнівом, FOUNDATION FIELDBUS – більш відкритий протокол, розроблений і підтримуваний організацією, до складу якої входить більшість найбільших виробників апаратно-програмних засобів для промислової автоматизації.

↑Питання для самоконтролю ↓

1. Які переваги застосування технології Foundation Fieldbus над технологією побудови засобів автоматики з використанням наприклад, HARD –технології?
2. Яким чином здійснюють диспетчеризацію систем теплопостачання?
3. Як Вам бачиться впровадження систем керування і диспетчеризації на вашому підприємстві?

КОНТРОЛЬНА РОБОТА

Ваш варіант, це дві останні цифри номеру вашої залікової книжки. Вибраний варіант складається з 5 цілком доступних для опрацювання питань.															
Дві останні цифри Вашої залікової книжки.															
00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11				
32•64 65•97 144	1•33 65•97 129	2•34 66•98 130	3•35 67•99 131	4•36 68•100 132	5•37 69•101 133	6•38 70•102 134	7•39 71•103 135	8•40 72•104 136	9•41 73•105 137	10•42 74•106 138	11•43 75•107 139				
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23				
12•44 76•108 140	13•45 77•109 141	14•46 78•110 142	15•47 79•111 143	16•48 80•112 144	17•49 81•113 145	18•50 82•114 146	19•51 83•115 147	20•52 84•116 148	21•53 85•117 149	22•54 86•118 150	23•55 87•119 151				
24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35				
24•56 88•120 152	25•57 89•121 153	26•58 90•122 154	27•59 91•123 155	28•60 92•124 156	29•61 93•125 157	30•62 94•126 158	31•63 95•127 159	32•64 96•128 160	31•33 67•97 131	29•35 69•99 133	27•37 71•101 135				
36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47				
25•39 73•103 137	23•41 75•105 139	21•43 77•107 141	19•45 79•109 143	17•47 81•111 145	15•49 83•113 147	13•51 85•115 149	11•53 87•117 151	9•55 89•119 153	7•57 91•121 155	5•59 93•123 157	3•61 95•125 159				
48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59				
1•63 96•128 160	2•62 94•126 158	4•60 92•124 156	6•58 90•122 154	8•56 88•120 152	10•54 86•118 150	12•52 84•116 148	14•50 82•114 146	16•48 80•112 144	18•46 78•110 142	20•44 76•108 140	22•42 74•106 138				
60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71				
24•40 72•104 136	26•38 70•102 134	28•36 68•100 132	32•34 66•98 130	30•64 65•96 129	4•44 71•118 129	13•52 91•110 141	20•60 93•106 154	15•48 96•121 156	31•52 89•126 160	1•63 66•98 130	2•62 67•99 131				
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82				
3•61 68•100 132	4•60 69•101 133	5•59 70•102 134	6•58 71•103 135	7•57 72•104 136	8•56 73•105 137	9•55 74•106 138	10•54 75•107 139	11•53 76•108 140	12•52 77•109 141	13•51 78•110 142	14•50 79•111 143				
83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94				
15•49 80•112 144	16•33 96•128 145	17•34 95•127 146	18•35 94•126 147	19•36 93•125 148	20•37 92•124 149	21•38 91•123 150	22•39 90•122 151	23•40 89•121 152	24•41 88•120 153	25•42 87•119 154	26•43 86•118 155				
95	96	97	98	99	Відповіді на запитання повинні бути короткими, точними і повними. Схеми, ескізи виконуються акуратно олівцем, або за допомогою комп'ютерної графіки. В кінці виконаної роботи додайте список літератури, Ваш підпис і дату виконання.										
27•44 85•117 156	28•45 84•116 157	29•46 83•115 158	30•47 82•114 159	31•48 81•113 160											

Рекомендується така послідовність виконання контрольної роботи: в **Internet**, пошуковій системі наприклад, Google набираємо текст питання роботи (скопійуйте отриману інформацію по питанню, опрацюйте її, можливо з декількох джерел). Якщо відповіді знайти не вдається, змініть формулювання не втрачаючи основи питання. Використовуйте для відповідей «Список літератури» ↓ і методичні вказівки, які Ви зараз розглядаєте. Виконану роботу вчасно здати в заочний відділ.

Номер питання	Завдання 1 ↓ (Розділ 1, Розділ 2 - методичних рекомендацій та контрольних завдань)
1	Поняття про вимірювання. Види вимірювань прямий, непрямий, сукупний. Держреєстр засобів вимірювальної техніки України, призначення.
2	Цифрова і аналогова форми представлення інформації, можливості мікропроцесорних контролерів.
3	Засоби вимірювальної техніки. Особливості застосування у газовому господарстві.
4	Вимірювальні первинні перетворювачі. Вторинні прилади. Основні поняття.
5	Вимірювання. Основні характеристики вимірювань. Класи точності засобів вимірювальної техніки.
6	Похибки вимірювань. Обробка результатів вимірювань: визначення абсолютної і відносної похибок.
7	Прилади і методи вимірювання температури, класифікація.
8	Термометри розширення. Манометричні термометри. Принцип дії. Основні технічні характеристики. Використання у газовому господарстві.
9	Вимірювання температури з використанням сенсору термоперетворювача опору. Типи, конструкція, принцип дії.
10	Вимірювання температури з використанням сенсора термоелектричного перетворювача. Типи, конструкція, принцип дії.
11	Вимірювання температури з використанням сенсора - напівпровідниковий терморезистор. Типи, конструкція, принцип дії.
12	Пірометри, тепловізори. Типи, призначення, принцип дії. Поясніть відмінність приладів.
13	Тип, призначення, конструкція, принцип дії приладу для вимірювання температури, який використовується на вашому підприємстві.
14	Прилади для вимірювання тиску. Класифікація.
15	Рідинні і пружинні манометри. Типи, конструкція, принцип дії. Призначення.
16	Електроконтактний манометр. Тип, принцип дії, схема регулювання тиску повітряного компресора.
17	П'єзорезистивні, ємнісні сенсори вимірювання тиску. Призначення, принцип дії, використання.
18	Витратомір. Різновиди. Класифікація витратомірів газу.
19	Лічильники для вимірювання спожитої теплової енергії. Типи, фізичні процеси покладені в основу їх роботи.
20	Аналого-цифрові перетворювачі. Призначення, схема, принцип роботи.
21	Стандарт передавання інформації по протоколу RS-485. Стандарт передавання інформації по протоколу HART. Основні положення.
22	Приведіть і поясніть загальні характеристики сенсорів систем автоматики.
23	Вимірювач технологічного параметру з уніфікованим цифровим вихідним сигналом. З яких елементів може складатися, поясніть функціональні ознаки цих елементів.
24	Приведіть класифікацію сенсорів систем автоматики по роду вимірювальних фізичних величин.
25	Електричні сенсори технологічних параметрів: параметричні і генераторні. Поясніть на прикладах цю класифікацію.
26	Уніфіковані електричні вихідні сигнали первинних перетворювачів (сенсорів). Приведіть цифрові значення по напрузі, струму, частоті. Інтерфейс RS485.
27	Дилатометричний прилад контролю температури. Конструкція, фізичні процеси покладені в основу роботи. Приведіть конкретний тип приладу з основними технічними характеристиками.
28	Оптичні сенсори. Конструкція, схема підключення, фізичні процеси покладені в основу роботи.
29	Манометр з дистанційною передачею показів (на виході електричний сигнал). Конструкція, принцип дії, використання. Приведіть конкретний тип приладу.
30	Диференційні манометри. Конструкція, принцип дії, типи, використання.

31	Електромагнітні, ультразвукові та Коріолісові витратоміри. Поясніть фізичні принципи покладені у їх роботу.
32	Мембранні манометри. Конструкція, фізичні процеси покладені в основу роботи використання. Приведіть конкретний тип приладу.

Номер питання	Завдання 2 ↓ (Розділ 2, Розділ 3 - методичних рекомендацій та контрольних завдань)
33	Цифровий прилад ИРПЦ-100 виміру електричного потенціалу сталевго газопроводу. Призначення, технічні характеристики, особливості роботи з приладом.
34	Витратоміри, принцип яких базується на вимірюванні перепаду тиску. Перелік, фізичні процеси покладені у їх роботу.
35	Масовий витратомір рідини і газу з коливальним коліном. Конструкція, фізичні процеси покладені в основу роботи.
36	Побутові газові лічильники типу ВР. Конструкція, фізичні процеси покладені в основу роботи. Захист від стороннього втручання.
37	Поясніть необхідність приведення показів лічильників газу до стандартних умов. Якими методами і приладами це виконується.
38	Калориметр для визначення теплоти згорання газу. Конструкція, фізичні процеси покладені в основу роботи.
39	Вимірювання вологості газу (інфрачервоний фотометричний вологомір). Конструкція, фізичні процеси покладені в основу роботи.
40	Швидкісний лічильник газу (наприклад, ЛГ -К-Ех або аналог за принципом дії). Конструкція, фізичні процеси покладені в основу роботи. Приведення показів лічильника до стандартних м ³ . Схема монтажна.
41	Методи і прилади визначення параметрів і характеристик сумішей вуглеводневих газів.
42	Поплавкові рівнеміри (потенціометричний сенсор рівня рідини) Конструкція, фізичні процеси покладені в основу роботи.
43	Дифманометр-рівнемір. Конструкція, фізичні процеси покладені в основу роботи. Приклади використання.
44	Магнітокеровані контакти – геркони в схемах автоматики. Конструкція, принцип дії, схема підключення, фізичні процеси покладені в основу роботи, приклади використання.
45	Електричні регулятори-сигналізатори рівня рідини (електродні сенсори рівня). Конструкція, фізичні процеси покладені в основу роботи. Приклади використання.
46	Ультразвуковий рівнемір. Конструкція, фізичні процеси покладені в основу роботи. Приклади використання.
47	Газосигналізатор метану з напівпровідниковим сенсором. Конструкція, фізичні процеси покладені в основу роботи. Приклади використання.
48	Поняття і використання у газосигналізаторах термінів НКМПП (нижня концентрація межі поширення полум'я), МДК (межа допустимої концентрації).
49	Газосигналізатор горючих газів з вимірювальною і порівняльною камерами. Конструкція, фізичні процеси покладені в основу роботи. Приклади використання.
50	Ультразвуковий лічильник газу "Курс-01"(або аналог за принципом дії). Конструкція, фізичні процеси покладені в основу роботи. Приведення показів лічильника до стандартних м ³ . Схема монтажна.
51	Оптичний газоіндикатор – шахтний інтерферометр. Конструкція, фізичні процеси покладені в основу роботи. Приклади використання.
52	Цифрові термомагнітні газоаналізатори О ₂ . Призначення, фізичні процеси покладені в основу роботи. Схема включення сенсора кисню.
53	Термохімічні газосигналізатори. Призначення, фізичні процеси покладені в основу роботи. Схема включення сенсора метану.

54	Сенсори резистивні серії Сенсис-2000, визначення наявності метану - CH ₄ у повітрі, виконані з застосуванням нанотехнологій. Конструкція, фізичні процеси покладені в основу роботи. Приклади використання.
55	Тип, технічні характеристики, правила користування газосигналізатором, який використовується на вашому підприємстві.
56	Приведіть перелік основних приладів і обладнання не руйнуючого контролю газопроводів у газовому господарстві.
57	Ультразвукова дефектоскопія. Тип приладу для контролю стану сталевих труб, фізичні основи його роботи, технічні характеристики.
58	Гама і магнітні методи дефектоскопії. Типи приладів для контролю стану сталевих труб, фізичні основи їх роботи, технічні характеристики.
59	Приладний контроль визначення місця залягання підземного сталевих газопроводу. Тип приладу, конструкція, фізичні процеси покладені в основу роботи. Приклади використання.
60	Спеціалізований приладний контроль виявлення витоків газу із підземного газопроводу. Тип приладу, конструкція, фізичні процеси покладені в основу роботи. Приклади використання.
61	Система контролю стану ізоляції підземних трубопроводів. Тип приладу, конструкція, фізичні процеси покладені в основу роботи. Приклади використання.
62	Призначення і практичне застосування георадарів. Приведіть тип, основні технічні характеристики приладу.
63	Тип, технічні характеристики, правила користування засобу приладного контролю стану газопроводу, який використовується на вашому підприємстві.
64	Приведіть функціональну схему системи автоматичного керування (САК). Поясніть призначення функціональних блоків.

Номер питання	Завдання 3 ↓ (Розділ 4 - методичних рекомендацій та контрольних завдань)
65	Дайте визначення поняттям: величина, що регулюється; Параметр регулювання. Об'єкт, що регулюється. Властивості об'єктів. Регулювання ручне і автоматичне. Регулюючий та збурюючий впливи.
66	Принципи регулювання: по відхиленню, по збуренню і комбінований.
67	Основні закони регулювання (П – пропорційний, ПІ – пропорційно-інтегральний, ПІД – пропорційно-інтегрально-диференційний).
68	Показники якості регулювання: види перехідного процесу, стійкість, величина перерегулювання, час регулювання, похибка регулювання.
69	Об'єкти регулювання з самовирівнюванням та без самовирівнювання.
70	Системи автоматичної сигналізації. Схема структурна, принцип дії.
71	Системи автоматичного захисту. Схема структурна, принцип дії.
72	Призначення виконавчих механізмів та їх класифікація.
73	Схема приводу автоматично керованої арматури. Призначення елементів, принцип дії.
74	Виконавчий електромагнітний (соленоїдний) механізм – блок газових електромагнітних клапанів. Конструкція, принцип дії, використання, основні технічні характеристики.
75	Виконавчий механізм з електродвигуном, МЭО (або функціональний аналог). Конструкція, принцип дії, використання, основні технічні характеристики.
76	Запобіжно-запірний клапан на ГРП. Призначення, тип. конструкція. Межі налаштування ЗЗК та ЗСК.
77	Запобіжно-скидний клапан на ГРП. Призначення, тип. конструкція. Межі налаштування ЗЗК та ЗСК.
78	Регулятори тиску газу прямої дії. Поняття, принцип дії.
79	Регулятори тиску газу не прямої дії. Поняття, принцип дії.

80	Об'єкти автоматичного регулювання та їх властивості.
81	Як вибрати регулятор тиску газу для ГРП? Вихідні дані.
82	Регулятор тиску газу. Приведіть тип, який використовується на вашому підприємстві. Принцип роботи, технічні характеристики. Налаштування на необхідний тиск, показники якості регулювання.
83	Комбінований регулятор тиску наприклад РДНК-600. Конструкція, основні технічні характеристики. Налаштування на необхідний тиск, показники якості регулювання.
84	П - пропорційний закон регулювання. Графік перехідного процесу (зміна вихідної величини об'єкта регулювання від часу) показники якості регулювання. Приклад.
85	ПИ - пропорційно-інтегральний закон регулювання. Графік перехідного процесу (зміна вихідної величини об'єкта регулювання від часу) показники якості регулювання. Приклад.
86	ПІД - пропорційно-інтегрально-диференціальний закон регулювання Графіки перехідних процесів (зміна вихідної величини об'єкта регулювання від часу) показники якості регулювання. Приклад.
87	Турбодетандерний агрегат (наприклад, ТДА-6000). Призначення, конструкція, технологічна схема, основні технічні характеристики.
88	Поняття про регулювання за законами нечіткої логіки.
89	Принцип дії пілотного регулятора тиску газу.
90	Принцип дії регулятора тиску газу прямої дії.
91	Газобалонний регулятор тиску. Призначення, конструкція, принцип дії. Схема підключення. Основні технічні характеристики.
92	Тип, принцип дії, технічні характеристики будинкового регулятора тиску газу.
93	Автоматика 4-го та 5-го поколінь газобалонних автомобілів. Склад, принцип роботи.
94	Автоматика підземних резервуарів скрапленого газу. Склад, призначення окремих компонентів. Поясніть роботу регулятора тиску.
95	Автоматика біогазових установок: склад, функції, робота.
96	Поясніть на прикладі частотного перетворювача-інвертора (наприклад, SJ300 "Hitachi"), процес зміни числа обертів вала трифазних електродвигунів котлоагрегатів. Причини застосування частотних інверторів-перетворювачів.

Номер питання	Завдання 4 ↓ (Розділ 6, Розділ 7- методичних рекомендацій та контрольних завдань)
97	Автоматика безпеки і регулювання побутових проточних водонагрівачів. Призначення. Конструкція, принцип дії. Основні технічні характеристики. Сенсори з якими вона працює.
98	Автоматика безпеки і регулювання "ФАКЕЛ - 2 - 01" (або функціональний аналог). Призначення. Конструкція, принцип дії. Основні технічні характеристики. Сенсори з якими вона працює.
99	Автоматика Heatronic з регулятором FW100 або FW200 (або функціональний аналог). Призначення. Склад, принцип роботи. Сенсори з якими вона працює Основні технічні характеристики.
100	Автоматика інфрачервоних газових опалювальних апаратів. Робота автоматики безпеки. Робота автоматики регулювання.
101	Автоматика безпеки і регулювання сучасних побутових газових плит. Конструкція, принцип дії. Основні технічні характеристики. Сенсори з якими вона працює.
102	Схема дистанційного керування опалювальним котлом для роботи в системі «розумний будинок». Функції, архітектура. Функціональна схема системи СИГНАЛ-ТЕЛЕТЕРМ
103	Робота автоматики газового опалювального котла з альтернативним джерелом енергії (наприклад, з геліоустановкою для підігріву води в баку-накопичувачі
104	Конструкція, принцип роботи, причини встановлення радіаторних терморегуляторів.
105	Мікропроцесорний програмований контролер (наприклад, МІК-51). призначення, функціональні можливості, технічні характеристики.

106	Термін "інтелектуальний" перетворювач. Вимірювальний перетворювач із вбудованою мікропроцесорною обробкою вимірювальної інформації. Приклади. Відмінності від звичайних вимірювальних перетворювачів. Використання.
107	Виконавчі пристрої (ВП) з вбудованим мікроконтролером. Наприклад, цифровий контролер клапанів FieldVue. Відмінності від звичайних виконавчих пристроїв. Приклад використання.
108	Вентилятори ebmrapst (серія ЕС) з вбудованим мікроконтролером. Відмінності від звичайних виконавчих пристроїв. Приклад використання. Функціональні можливості.
109	Принципи автоматизації котельних агрегатів з використанням мікроконтролерів та комп'ютера. Об'єм автоматизації.
110	Цифрові системи автоматики котельних агрегатів. Робота системи автоматичного регулювання розрядження в топці. Привести схему.
111	Мета і об'єм автоматики парового котла. Функціональна схема автоматики. Робота автоматики регулювання, функції автоматики безпеки і сигналізації.
112	Цифрові системи автоматики котельних агрегатів. Наприклад, на основі блоків автоматичного керування «ВЕГА». Мета і об'єм автоматики водяного котла.
113	Автоматизація зерносушарок на базі блоків автоматичного керування «ВЕГА». Мета і об'єм автоматики. Привести схему.
114	Основні поняття теорії інформації. Приклад побудови базової моделі передавання інформації.
115	Апаратура для передачі та прийому інформації для керування, контролю на відстані за технологічними об'єктами та системами. Приклад системи.
116	Тенденції розвитку сучасних систем передачі та прийому інформації для керування, контролю на відстані за технологічними об'єктами та системами.
117	Концепція покладена в основу централізованих систем типу SCADA.
118	Сучасна телеметрія і облік газу на ГРП (модернізація існуючих газорегуляторних пунктів).
119	Вирішення завдань обліку газу з використанням мікроконтролерів. Наприклад, обчислювача об'єму газу «Універсал» виробництва НВП «ГРЕМПІС».
120	Необхідність і шляхи подальшого покращення регулювання тиску газу в системі газопроводів низького тиску.
121	Системи контролю та управління газопостачання GridBoss™. Основні компоненти системи. Переваги контролю і регулювання тиску над звичайними газорегуляторними пунктами. Привести схему.
122	Принцип регулювання тиску газу у мінімальній конфігурації Система регулювання тиску газу GridBoss. Привести схему.
123	Автоматизовані системи керування технологічними процесами (АСК ТП). На прикладі диспетчеризації котельні.
124	Елементи користувальницького рівня в архітектурі, використовуваної стандартом FOUNDATION™ fieldbus. Приклад ПІД – регулювання з застосуванням стандарту. Привести схему.
125	Поясніть функції системи. ТС- телесигналізація. Будова комплексних систем диспетчеризації з використанням стандарту FOUNDATION™ fieldbus.
126	Поясніть функції системи ТУ- телеуправління. Будова комплексних систем телемеханіки з використанням стандарту SCADA.
127	Поясніть функції системи ТИ – телевимірювання. Приведіть схему.
128	Необхідність і шляхи подальшого покращення регулювання тиску газу в системі газопроводів низького тиску (вплив автоматики на питання енергозбереження).

Номер питання ↓	Завдання 5 ↓ (Розділ 8 - методичних рекомендацій та контрольних завдань) Використавши опис функцій які виконує прилад і місце його встановлення (на щіту/по місцю), накресліть умовне позначення приладу на схемах автоматики. (Таблиця 2 - ГОСТ 21.404-85. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах. ↑) Додаткові позначення для перетворювачів сигналів: Рід сигналу : електричний , E Пневматичний, P Гідравлічний, C Вид сигналу: аналоговий, A Вид сигналу: дискретний, D
129	Прилад, аналоговий який виконує функцію сигналізації верхньої та нижньої межі температури, встановлений на щиті. Накресліть.
130	Прилад для вимірювання струму (амперметр) встановлений на щиті. Накресліть.
131	Прилад для вимірювання температури та вологості встановлений на щиті
132	Прилад ручного дистанційного управління, який встановлений на щиті (кнопковий пост, тумблер). Накресліть.
133	Прилад керування, який призначений для вибору керування, встановлений на щиті (перемикач). Накресліть.
134	Первинний перетворювач температури, встановлений по місцю (термопара, терморезистор).
135	Прилад для виміру температури показуючий, встановлений на щиті. Накресліть.
136	Первинний перетворювач тиску, встановлений по місцю (манометр, вакуумметр).
137	Прилад для виміру тиску показуючий з контактним пристроєм (манометр, реле тиску) встановлений по місцю. Накресліть.
138	Первинний перетворювач для виміру рівня верхнього, встановлений по місцю (ємнісний датчик, п'єзоелектричний). Накресліть.
139	Прилад, який спрацьовує від рівня, встановлений по місцю (реле рівня нижнього).
140	Перетворювач сигналу, встановлений на щиті (вхідний сигнал електричний – вихідний пневматичний). Накресліть.
141	Прилад для керування процесом по часовій програмі, встановлений на щиті (реле часу).
142	Прилад для контролю загасання факелу в печі безканальний, з контактним пристроєм, встановлений по місцю. Накресліть.
143	Прилад для вимірювання швидкості обертання вала приводу, з реєстрацією, встановлений на щиті. Накресліть.
144	Прилад, що реагує на зміну тиску з дистанційною передачею сигналу. Накресліть.
145	Перетворювач сигналу, встановлений на щиті. Вхідний та вихідний сигнали електричні.

146	Пускова апаратура для керування електродвигуном (увімкнення, вимкнення, закривання засувки тощо). Накресліть.
147	Перетворювач інформації про температуру з аналогового сигналу на дискретний. Накресліть.
148	Перетворювач інформації про вологість із сигналу електричного на пневматичний.
149	Перетворювач інформації про тиск з пневматичного сигналу на електричний. Накресліть.
150	Прилад для вимірювання вологості з реєструванням, встановлений на щиті. Накресліть.
151	Прилад, цифровий який виконує функцію сигналізації верхньої та нижньої межі температури, встановлений на щиті. Накресліть.
152	Перетворювач інформації про тиск з пневматичного сигналу на електричний цифровий.
153	Прилад, який виконує функцію сигналізації верхньої та нижньої межі тиску, встановлений на щиті. Накресліть.
154	Прилад :1- вимірювана величина (Р- тиск); 2- уточнення вимірюваної величини (D- перепад тиску); 3,4,5 -функціональні признаи приладу (I- показ, R- реєстрація); С- автоматичне регулювання, тобо прилад виконує ці функції); 1-2- номер позиції по ФСА (функціональній схемі автоматики)
155	Прилад для вимірювання швидкості обертання вала приводу, з реєстрацією, встановлений по місцю. Накресліть.
156	Прилад для вимірювання напруги (вольтметр) встановлений на щиті.
157	Прилад керування, який призначений для вибору керування, встановлений на щиті (перемикач). Накресліть.
158	Прилад для виміру температури показуючий, встановлений по місцю. Накресліть.
159	Прилад, аналоговий який виконує функцію сигналізації верхньої та нижньої межі температури, встановлений по місцю. Накресліть.
160	Прилад для виміру тиску показуючий з контактним пристроєм (манометр, реле тиску) встановлений на щиті. Накресліть.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ГОСТ 15528-86. Средства измерений расхода, объема или массы протекающих жидкости и газа. Термины и определения.
2. ГОСТи: 5542-87; 30319.0(1,2,3)-96; 8.586-07.
3. ГОСТ 22667-82. Газы горючие природные. Расчетный метод определения теплоты сгорания, относительной плотности и числа Воббе. М.: ГК СССР по стандартам.
4. ГОСТ 23781-87. Газы горючие природные. Хроматографический метод определения компонентного состава.
5. ДСТУ 3607-97. Лічильники газу побутові. Правила приймань, випробувань.
6. ДК "Укртрансгаз", Стандарт підприємства. Технічні вимоги до пунктів комерційного вимірювання газу. - К.; ДК "Укртрансгаз", 2001.
7. Міжнародний стандарт ISO/DIS 3511/1
8. ОСТ 36-27-77. Отраслевой стандарт. Обозначения условные в схемах автоматизации технологических процессов.
9. Методика приведення об'єму природного газу до стандартних умов за показами побутових лічильників у разі відсутності приладів для вимірювання температури та тиску газу. [Затверджена наказом Міністерства палива та енергетики України 26.02.2004 р. №116]
10. Тетрадь проектанта. Газовые настенные конденсационные котлы серии CerapurAsu, модель ZWSB 22/28-3 A 23 Junkers, Bosch Gruppe.
12. Тетрадь проектанта. Газовые колонки WR 10-2 P, Junkers, Bosch Gruppe.
11. Коновалов С.В. Автоматизація і телемеханізація газового господарства. Л.; Урожай, 1996.
13. Кязимов К.Г., Гусев В.Е. Эксплуатация и ремонт оборудования систем газоснабжения. К.; Основа, 2000.
14. Сідак В.С. Інноваційні технології в діагностиці та експлуатації систем газопостачання. Харків, 2006.
15. WEB-сайт: <http://www.esco-ecosys.narod.ru>
16. WEB-сайт: <http://www.adrian.eu>
17. WEB-сайт: <http://www.sewerin.de>
18. WEB-сайт: <http://www.junkers.ua>
19. WEB-сайт: <http://www.elas.com.ua>
20. WEB-сайт: <http://www.siemens.com>
21. WEB-сайт: <http://www.rosemount.com>
22. WEB-сайт: http://www.techprilad.com/upload/File/Catalog/Catalog_Automatica.pdf

ЗМІСТ

	ст.
ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	4
Орієнтовний тематичний план вивчення дисципліни "Засоби вимірювальної техніки та автоматика систем газопостачання"	5
ВСТУП	6
Розділ 1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ВИМІРЮВАННЯ ТА ЗАСОБАХ ВИМІРЮВАННЯ	8
1.1 Вимірювальні перетворювачі та прилади	8
Розділ 2 ПРИЛАДИ І МЕТОДИ ВИМІРЮВАНЬ	10
2.1 Вимірювання температури	10
2.2 Вимірювання тиску і розрідження	12
2.3 Вимірювання витрат і кількості рідини, пари, газу. Вимірювання кількості тепла.....	15
2.4 Засоби вимірювання і сигналізації рівня рідини	18
2.5 Визначення фізичних властивостей та параметрів якості суміші вуглеводневих газів	20
2.6 Засоби визначення складу газу, газові індикатори	21
Розділ 3 ЗАСОБИ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ГАЗОПРОВОДІВ	24
3.1 Контроль якості стану металу труби, зварних з'єднань	24
3.2 Визначення місця залягання газопроводу, контроль якості ізоляції та роботи електрохімічного захисту.....	27
Розділ 4 СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ І РЕГУЛЯТОРИ	30
4.1 Основні поняття і визначення теорії автоматичного регулювання.....	30
4.2 Системи автоматичного регулювання, сигналізації, захисту і блокування	33
4.3 Регулюючі органи та виконавчі механізми систем автоматики	36
4.4 Контроль і регулювання тиску в системах газопостачання	40
4.5 Засоби автоматики об'єктів зберігання та розподілу газу.....	44
Розділ 5 ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ СХЕМ АВТОМАТИКИ	46
5.1 Принципи побудови схем автоматики	46
Розділ 6 ЗАСОБИ АВТОМАТИКИ ГАЗОВОГО ГОСПОДАРСТВА	51
6.1 Автоматика газових плит	51
6.2 Автоматика проточних водонагрівачів	52
6.3 Автоматика газових опалювальних побутових апаратів	55
6.4 Автоматика інфрачервоних газових опалювальних апаратів	59
Розділ 7 ЦИФРОВІ ЗАСОБИ КОНТРОЛЮ ТА КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ	61
7.1 Технічна реалізація цифрових систем автоматичного регулювання.....	61
7.2 Вимірювальні перетворювачі із цифровим представленням значення технологічного параметру.....	64
7.3 Виконавчі пристрої з вбудованим мікроконтролером	69
7.4 Цифрові системи автоматики котельних агрегатів.....	72
7.5 Автоматика парового котлоагрегату.....	78
7.6 Автоматика водяного котлоагрегату	79
Розділ 8 СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ І КЕРУВАННЯ ОБ'ЄКТАМИ ТА СИСТЕМАМИ ГАЗОПОСТАЧАННЯ	82
8.1 Методи і засоби передачі та прийому інформації для керування, контролю на	

відстані за технологічними об'єктами та системами (телемеханіка)	82
8.2 Диспетчерське керування, та збір даних	85
8.3 Автоматизовані системи контролю та керування	93
КОНТРОЛЬНА РОБОТА	97
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	105