

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА МІКРОПРОЦЕСОРНА ТЕХНІКА

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ ДЛЯ
СТУДЕНТІВ НАПРЯМУ ПІДГОТОВКИ 6.050202**

«АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ»

Навчальне електронне видання

Затверджено Методичною радою НТУУ «КПІ»

Київ 2009

Технічні засоби автоматизації та мікропроцесорна техніка: метод. вказ. до викон. лаб. роб. для студ. напр. підг. 6.050202 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»/ Автори: С.Г. Бондаренко, Р.Б. Медведєв, О.В. Сангінова

Гриф надано Методичною радою НТУУ "КПІ",

протокол № від 24.12.2009 р.

Навчальне електронне видання

ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА МІКРОПРОЦЕСОРНА ТЕХНІКА

методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів
напряму підготовки 6.050202

«Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Автори:

Бондаренко Сергій Григорович
Медведєв Ромуальд Броніславович
Сангінова Ольга Вікторівна

Відповідальний
редактор:

С.Г. Бондаренко, к.т.н., доц.

Рецензент:

Ю.М. Чуйко, к.т.н., доц.

Зміст

Передмова	4
Лабораторна робота № 1. Перетворювачі сигналів	5
Лабораторна робота № 2. Виконавчі механізми і регулюючі органи	15
Лабораторна робота № 3. Релейне регулювання	31
Лабораторна робота № 4. Аналогово-цифрові та цифро-аналогові перетворювачі сигналів	39
Лабораторна робота № 5. Середовище оперативного керування системи EXPERION PKS. Інтерфейс користувача	46
Лабораторна робота № 6. Керування технологічним об'єктом засобами мікропроцесорної техніки	63
Список рекомендованої літератури.....	73
Додаток 1. Заходи безпеки під час виконання лабораторних робіт	75
Додаток 2. Градувальні таблиці.....	78
Додаток 3. Опис елементів вікна Станції	79

Передмова

Широке впровадження автоматизованих систем керування в хімічну технологію потребує від інженера вивчення технічних засобів, які забезпечують якісну роботу локальних та комп'ютерно-інтегрованих систем керування. Сучасний рівень автоматизації та застосування комп'ютерно-інтегрованих технологій у виробництві потребує від фахівця професійної підготовки з питань побудови технічних засобів автоматизації, принципів їх роботи та застосування у виробництві та в лабораторіях.

Методичні вказівки розроблено відповідно до програми підготовки бакалаврів за напрямом «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» і є складовою частиною дисципліни «Технічні засоби автоматизації та мікропроцесорна техніка» (ТЗАтаМПТ). Ця дисципліна є базовою у підготовці бакалаврів вказаного напрямку. У даній дисципліні детально розглядаються засоби систем керування, у тому числі й цифрові, та структура автоматизованих систем керування технологічними процесами.

Представлений лабораторний практикум має за мету закріплення на практиці знань та навичок, отриманих в процесі вивчення дисципліни ТЗАтаМПТ, а також сприятиме засвоєнню матеріалу курсу.

У методичних вказівках наведені мета та завдання для лабораторних робіт, стисло викладений необхідний теоретичний матеріал та зазначено літературу для поглибленого вивчення розділу, подано описи експериментальних установок для виконання лабораторних робіт (перші чотири лабораторні роботи мають фізичну та віртуальну реалізацію, котра може бути застосована для дистанційного навчання), надано порядок виконання робіт та обробки результатів експериментів, перелічено вимоги до оформлення звітів та порядку їх подання, сформульовано контрольні питання для самопідготовки студентів та визначені засоби безпеки, яких слід дотримуватися при виконанні робіт.

Лабораторна робота № 1

Перетворювачі сигналів

Мета та основні завдання роботи. Дослідити роботу перетворювачів сигналів. Ознайомитися з конструкціями та принципом дії електропневматичного та пневмоелектричного перетворювачів і отримати статичні характеристики цього обладнання.

Основні теоретичні відомості

Датчик - конструктивно відокремлений первинний вимірювальний перетворювач, що сприймає зовнішню дію: тиск, температуру, деформацію, частоту, електричну напругу тощо; і що безперервно перетворює його в сигнал, зручний для передачі, обробки, зберігання, реєстрації або подальших перетворень.

На рис. 1.1 показано місце датчика в схемі вимірювального приладу.

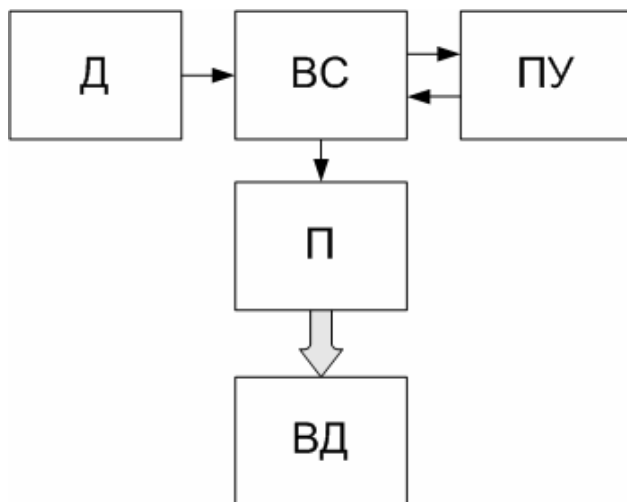


Рис. 1.1

Датчик Д (наприклад, термопара) сприймає зміни фізичного параметра (температури) і перетворює його в термоЕРС. Вимірювальна схема (ВС) порівнює набуте значення ТЕРС (сигнал X) із стандартним сигналом X_k з пристрою управління (ПУ) і відправляє отриманий сигнал похибки $\Delta = X - X_k$ на підсилювач (П). Далі сигнал поступає на виконавчий двигун (ВД), який і переміщає стрілку приладу.

Сучасні вимірювальні прилади не тільки перетворюють фізико-хімічні величини в електричні (гідравлічні, пневматичні) сигнали, але і перераховують їх за власними алгоритмами. Наприклад, сигнали можуть складатися, відніматися, апроксимуватися і так далі. Розглянемо деякі приклади згаданої обробки – пристрої додавання і віднімання сигналів, структурні схеми яких показані на рисунку 1.2.

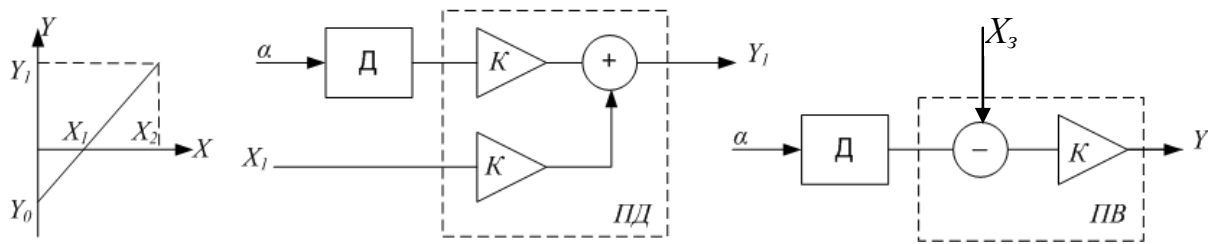


Рис. 1.2

Д- датчик, ПД - пристрій додавання, ПВ - пристрій віднімання

Перетворювач реалізує наступне рівняння: $Y_1 = Y_0 + F(X_1)$.

Апроксимуючий перетворювач (АП) замінює нелінійну функцію зміни вхідного сигналу $U_{вх}$ рядом лінійних функцій. Схема апроксимуючого перетворювача показана на рис. 1.3.

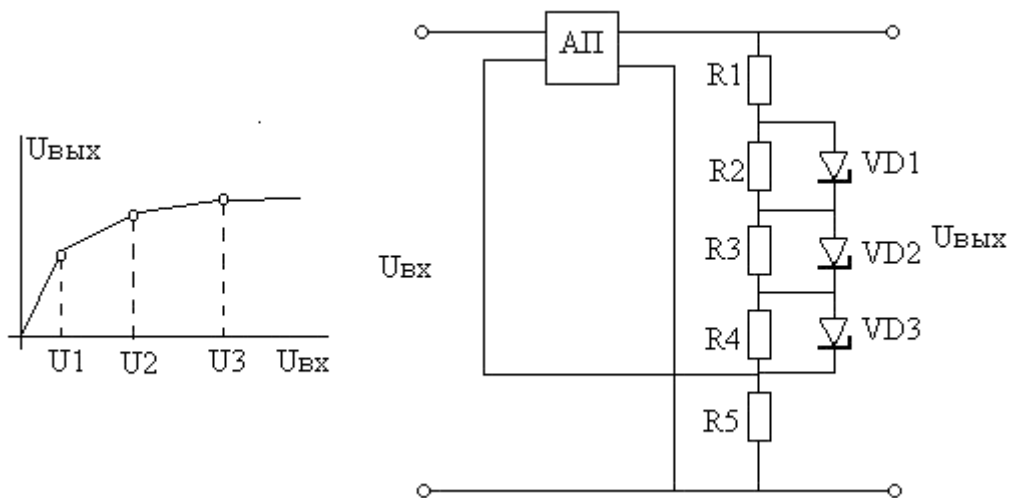
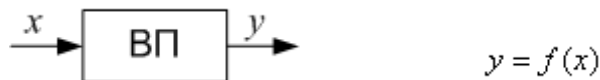


Рис. 1.3

У перетворювачі використовується властивість вольт-амперної характеристики стабілітрона. Якщо стабілітрони VD1 - VD3 підібрати так, щоб їх напруга пробією відповідала значенням відповідно U1 - U3, отримаємо характеристику вхід-вихід, яка показана на рисунку 1.3.

Статична характеристика вимірювального перетворювача (ВП) - це залежність між вхідною і вихідною величинами в сталому режимі.



Часто необхідно перетворити сигнал, отриманий в одній формі, в іншу. Наприклад, електричний сигнал, отриманий з термопари, за певних умов виробництва необхідно перетворити в пневматичний з метою використання в подальших елементах схеми регулювання. Або пневматичний сигнал, що знімається з датчика, перетворити в електричний для зменшення часу запізнювання в каналах передачі сигналу.

Серед технічних засобів, застосовуваних для автоматизації виробничих процесів, значне місце займають перетворювачі сигналів. Ці пристрої призначені для створення сигналів вимірювальної інформації у формі, зручній для дистанційної передачі, подальшого перетворення та використання.

У нашій державі створення уніфікованих засобів автоматизації реалізується в Державній системі промислових приладів та засобів автоматизації (ДСП). Ця система побудована за блочно-модульним принципом і поділена на три гілки: прилади з пневматичними, електричними (постійного та змінного струму) і гідравлічними вхідним та вихідним сигналами. Відповідно до чинних стандартів встановлено такі діапазони вимірювання уніфікованих сигналів: пневматичних - $0,2 \dots 1$ кгс/см² ($0,02 \dots 0,1$ МПа); електричних постійного струму - $0 \dots 5$, $0 \dots 20$, $-5 \dots 0 \dots 5$, $4 \dots 20$ мА; електричних постійної напруги - $0 \dots 10$, $0 \dots 20$, $-10 \dots 0 \dots 10$ мВ та $0 \dots 10$, $0 \dots 1$, $-1 \dots 0 \dots 1$ В; електричних змінної напруги $-0 \dots 2$, $-1 \dots 0 \dots 1$ В; електричних частотних - $2 \dots 4$, $2 \dots 8$ кГц; гідравлічних - $1 \dots 64$ кгс/см² ($0,1 \dots 6,4$ МПа); сигналів індуктивності - $0 \dots 10$, $-10 \dots 0 \dots 10$ мГц.

Перетворювачі, використовувані в цій лабораторній роботі (електропневматичний ЕПП-63 та пневмоелектричний ПЕ-55М), дозволяють здійснити перехід між першими двома гілками. Розглянемо будову та принцип роботи цих перетворювачів.

Електропневматичний перетворювач типу ЕПП-63. Перетворювач призначений для перетворення сигналу постійного струму $0 \dots 5$ мА у пропорційний уніфікований пневматичний сигнал $0,2 \dots 1$ кгс/см². Принципову схему перетворювача показано на рис. 1.4.

За усталеного режиму постійний струм, протікаючи котушкою 1, закріпленою на основному важелі 5, створює зусилля втягування котушки в зазор постійного магніту 2, яке врівноважується на важільній системі за певного тиску в сильфоні зворотного зв'язку 8.

Зі зміною струму рівновага важільної системи порушується, і важелі 5 і 7, з'єднані гнучкою тягою 6, повертаються навколо шарнірів, змінюючи зазор між соплом 3 і закріпленою на основному важелі заслінкою 4. Це зумовлює перепад тиску в міждросельній камері А, унаслідок чого порушується рівновага диференціальної мембрани 12, і шток 10, жорстко з'єднаний з мембраною, змінює ступінь відкриття клапана 9. Унаслідок цього тиск у камері виходу В та в сильфоні зворотного зв'язку починає змінюватися. Рівновага важільної системи відновиться за визначеного співвідношення між вихідним тиском і вхідним струмом та нового співвідношення тисків у вихідній В і міждросельній А камерах, яке відповідатиме новим значенням перепадів тисків на постійних дроселях 11 і 13.

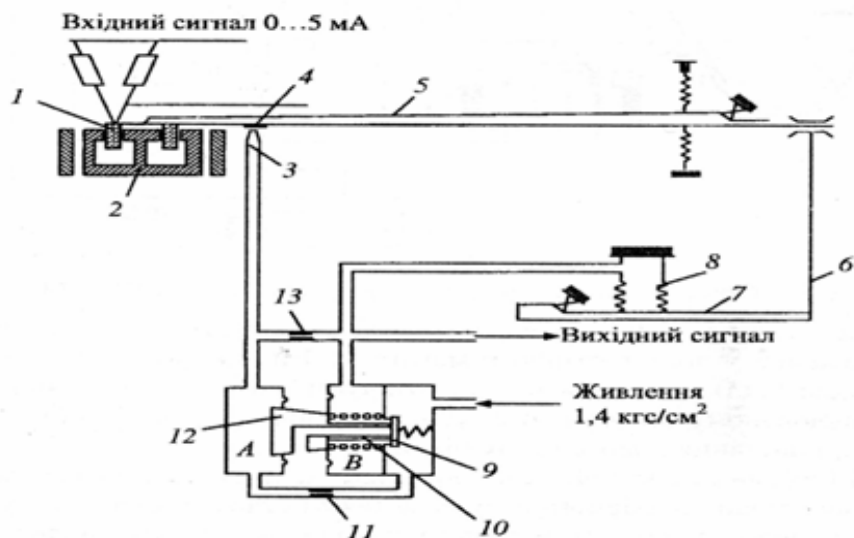


Рис. 1.4. Схема електропневматичного перетворювача

Пневмоелектричний перетворювач типу ПЕ-55М. Призначений для перетворення уніфікованого пневматичного сигналу ($0,2 \dots 1 \text{ кгс/см}^2$) в уніфікований електричний сигнал постійного струму ($0 \dots 5 \text{ мА}$). Схему перетворювача зображено на рис. 1.5.

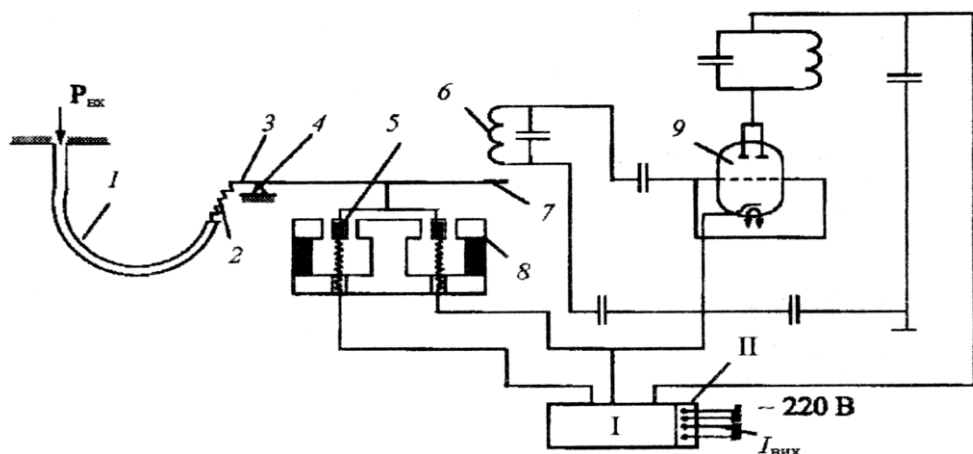


Рис. 1.5. Схема пневмоелектричного перетворювача

Вимірювальним елементом перетворювача є манометрична трубчатая одновиткова пружина 1. Переміщення її кінця перетворюється в зусилля за допомогою спіральної пружини 2, закріпленої на важелі 3, що обертається навколо осі 4. На важелі 3 закріплено також мідний диск 7, що перебуває у високочастотному полі плоскої котушки 6, яка входить у базовий контур генератора 9. Генератор є двоконтурним, що виконаний за схемою із загальним катодом. Під час переміщення коромисла, на якому закріплено диск 7, змінюються параметри базового контуру. Це приводить до зміни режиму генератора, який, у свою чергу, зумовлює зміну постійної складової катодного струму і струму сітки, а отже, і вихідного струму.

У ланцюг колектора увімкнено котушку зворотного зв'язку 5, закріплену на важелі 3 у полі постійного магніту 8. Вихідний струм, протікаючи

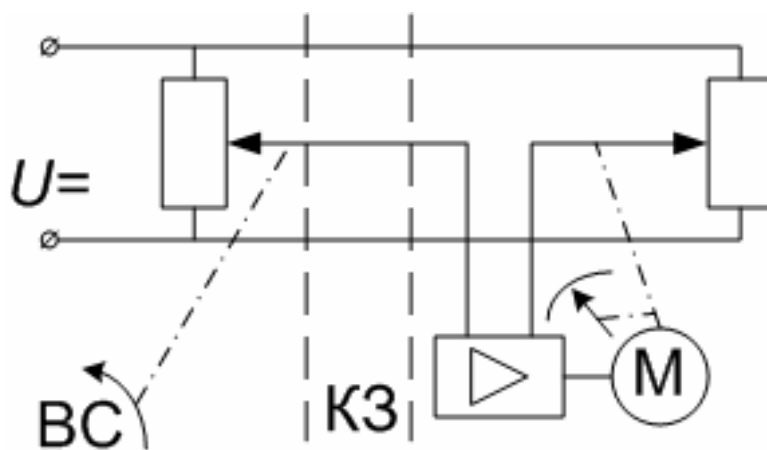
катушкою 5, створює момент зворотного зв'язку, протилежний моментіві, створюваному пружиною 2, унаслідок чого коромисло буде переміщатися до настання нового стану рівноваги.

У блоці I зібрано електричні елементи, що забезпечують живлення генератора та фільтрацію вихідного струму, а також стабілітрони для зсуву нуля. На сполучній колодці II крім затискачів для підключення живлення і навантаження, є клеми, призначені для перевірки справності перетворювача.

Перетворений сигнал можна передати на відстань для подальшого використання за допомогою систем дистанційного- та телевимірювання.

Системи дистанційного вимірювання (ДВ). ДВ забезпечує передачу вимірювальної інформації на великі відстані з малим запізненням. Результати вимірювання будь-якої фізичної величини зазвичай видаються вимірювальним приладом у вигляді кутових або поступальних переміщень. Тому завдання систем ДВ – передача по проводах кута повороту або величини лінійного переміщення.

Слідкуюча система потенціометра. Переміщення вимірювальної системи (ВС) викликають зсув движка лівого потенціометра (рис.1.6). Внаслідок небалансу в схемі виникає електричний



BC – вимірювальна схема; КЗ – канал зв'язку

Рис. 1.6

сигнал на вході в підсилювач, що викликає обертання ротора електродвигуна ЕД (на рис. 1.6 – М), що переміщає стрілку показчика і движок другого потенціометра. При симетричному положенні обох движків сигнал на вході підсилювача добігає до нуля, і ЕД зупиняється.

Сельсинна дистанційна передача змінного струму також призначена для передачі кутових переміщень. В якості передавального і приймаючого сельсинів застосовують асинхронні ЕД, що самосинхронізуються, з контактними кільцями. Також застосовують безконтактні сельсини з безобмоточним ротором. При порушенні симетричного положення роторів передавального і приймаючого сельсинів в роторних обмотках індукуються різні за величиною ЕРС, і по лінії зв'язку течуть зрівняльні струми і виникає момент синхронізації, що обумовлює поворот ротора приймаючого сельсина. Такий режим включення сельсинів (рис. 1.7) називають індикаторним.

При трансформаторному режимі (рис. 1.8) ротор приймаючого сельсина загальмований. Показання вольтметра, підключеного до обмотки статора приймаючого сельсину, змінюються пропорційно куту повороту передавального сельсина.

Телевимірювання (Т). Для передачі результатів вимірювання на великі відстані, коли зміна параметрів лінії

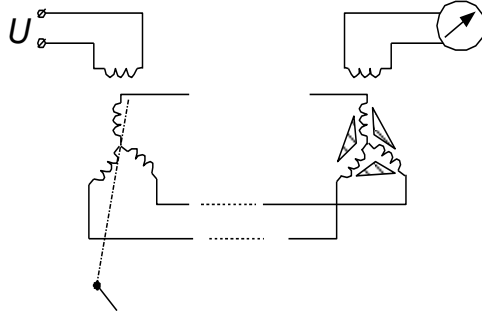


Рис. 1.8

зв'язку може вплинути на точність передачі, застосовують системи Т. Ці системи відрізняються тим, що результати вимірювання кодуються перед передачею їх по лініях зв'язку і дешифруються на пункті прийому. Розглянемо наступні системи:

1. Число-імпульсні. Принцип дії полягає в тому, що кожному значенню вимірюваної величини відповідає певне число передаваних по лінії зв'язку імпульсів струму. Декодування здійснюється за допомогою лічильника імпульсів.
2. Час-імпульсні. Передавальні пристрої цієї системи перетворюють вимірювану величину в імпульси змінної тривалості. Така модуляція називається широтною (рис. 1.9). Якщо система передає вимірювальну величину за допомогою двох імпульсів – нульового і відлікового які відсікають певну частину періоду слідування імпульсів T , що пропорційна вимірній величині y , то модуляцію називають фазовою (рис. 1.10).

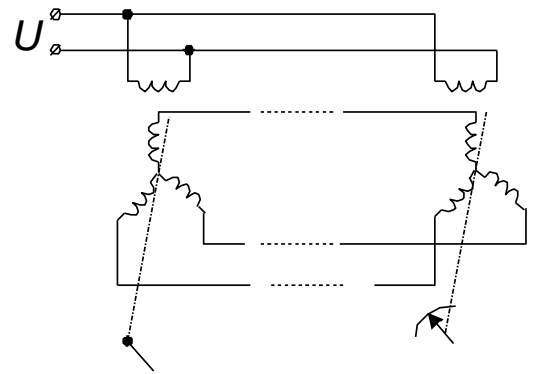


Рис. 1.7

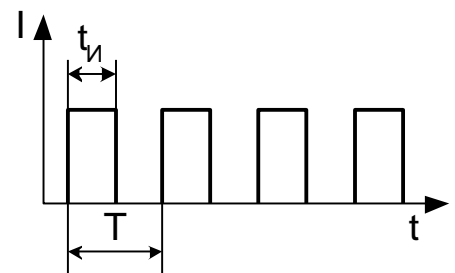


Рис. 1.9

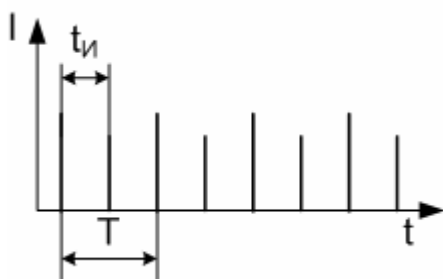


Рис. 1.10

Для кодування вимірюваної величини застосовують оббігаючі пристрої, а для дешифровки – детектори.

3. Частотні системи. Розрізняють частотну та частотно-імпульсну модуляцію.

- Сигнали частотно-імпульсної модуляції можна знімати з валиків вимірювальної системи, що обертається з частотою, пропорційній

зміряній величині. Прийом сигналів здійснюють за допомогою детекторів або накопичувальних конденсаторів.

- Частотна модуляція реалізується на змінному струмі. Передавальним пристроєм є генератор синусоїдальних коливань із змінною ємністю або індуктивністю в резонансному контурі; їх зміна здійснюється вимірювальною системою при зміні значення вимірної величини. Переданий сигнал через підсилювальний каскад поступає на пристрій-детектор, що дозволяє вимірювати струм або напругу пропорційно частоті сигналу. Вид передаваних сигналів для різних значень зміряних величин показаний на рис. 1.11.

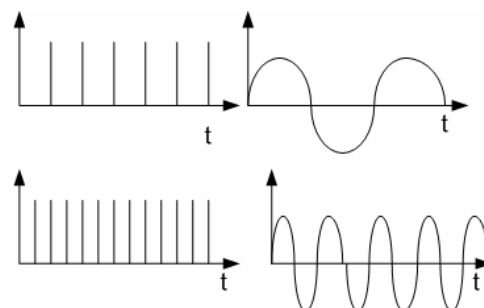



Рис. 1.11

З метою більш поглибленого вивчення теоретичних основ даної лабораторної роботи рекомендується використати конспект лекцій з курсу та список рекомендованої літератури для даних методичних вказівок.

Опис лабораторної установки

Лабораторна установка (рис. 1.12) складається з пристроїв, які послідовно перетворюють ЕРС (в інтервалі температур $0...300\text{ }^{\circ}\text{C}$) в електричний ($0...5\text{ mA}$) і пневматичний ($0,2... 1\text{ кгс/см}^2$) сигнали, а також пневматичний сигнал ($0,2... 1\text{ кгс/см}^2$) у електричний ($0...5\text{ mA}$). Застосування ряду вимірювальних приладів дозволяє виміряти вхідні та вихідні сигнали перетворювачів.

Електрорушійна сила, яку потрібно перетворити, задається блоком регульованої напруги (БРН) 3  і подається на вхід нормувального перетворювача та на мілівольтметр 5. БРН потрібно ввімкнути, клацнувши мишею на кульці перемикача.

Нормувальний перетворювач призначений для перетворення ЕРС в уніфікований струмовий сигнал ($0...5\text{ mA}$). Вихідний сигнал перетворювача, контрольований міліамперметром 5, подається на вхід перетворювача 1, де перетворюється в аналоговий пневматичний сигнал ($0,2... 1\text{ кгс/см}^2$). Вихідний сигнал з перетворювача 1, контрольований вимірювальними приладами 7 і 6, надходить на вхід пневмоелектричного перетворювача 2, вихід якого контролюється міліамперметром 8.

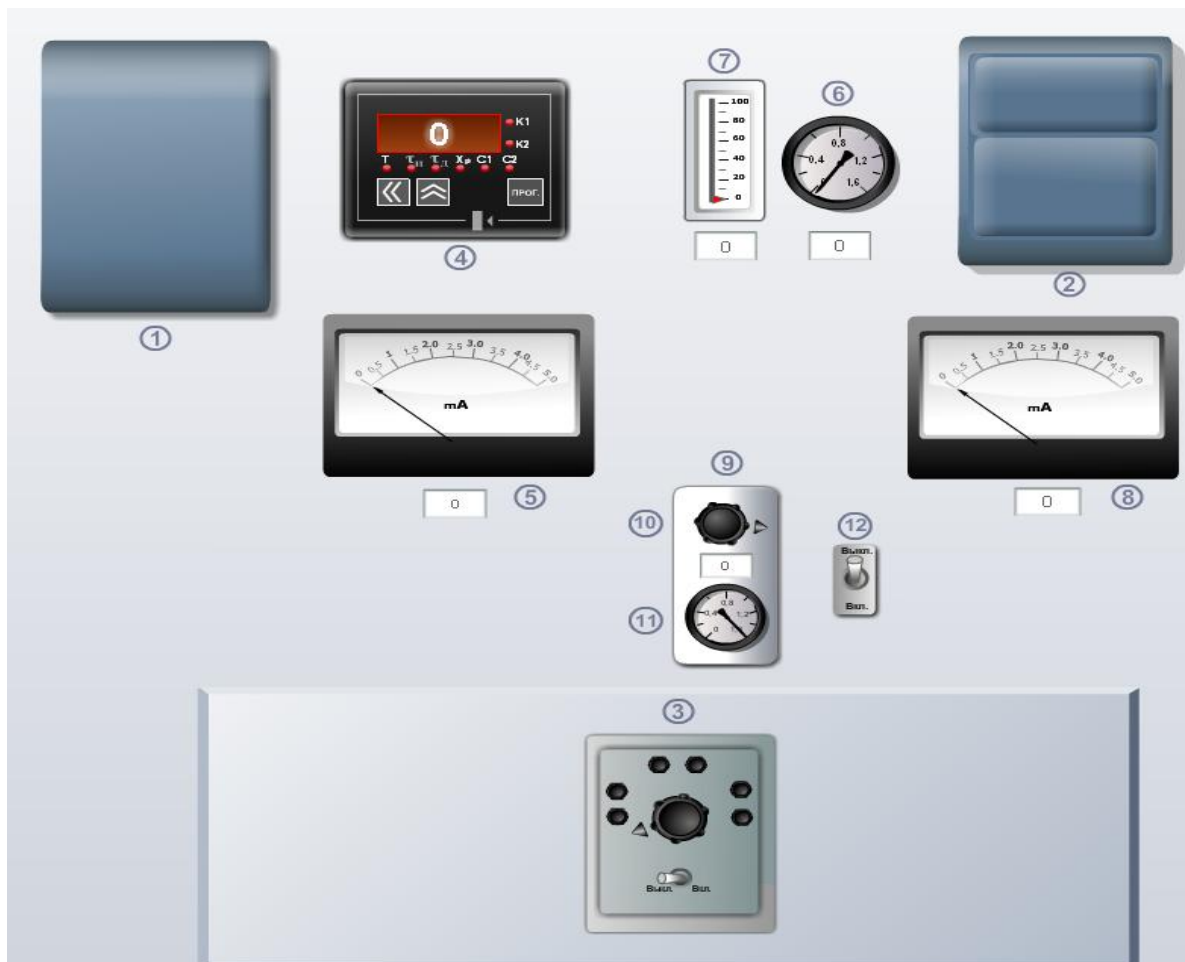



Рис 1.12. Схема установки


Пневматичні прилади 1, 2 і 7 живлять стисненим повітрям із тиском 0,14 МПа. Тиск живлення задають редуктором 10 панелі дистанційного керування 9, і контролюють за манометром 11.

Заходи безпеки під час виконання лабораторної роботи

Заходи безпеки, яких треба дотримуватись при виконанні лабораторної роботи «Перетворювачі сигналів» наведені у Додатку 1.

Послідовність виконання роботи

1. Ознайомитися з лабораторною установкою.
2. Подати електричне живлення на стенд тумблером 12 (клацнувши мишею на кульці перемикача).
3. Увімкнути БРН 3, клацнувши мишею на кульці перемикача на панелі БРН.
4. Повертаючи ручку редуктора 10  за годинниковою стрілкою встановити живлення стисненого повітря на рівні 0,14Мпа.

5. Задати декілька значень температури,¹ повертаючи ручку потенціометра  за годинниковою стрілкою на панелі БРН 3. Значення температури відображається на шкалі цифрового вимірювача температури 4. Значення ТЕРС, котре заноситься в таблицю, взяти з градуювальної таблиці (див. додаток 2).
6. Значення сигналу, яке поступає з БРН на вхід електропневматичного перетворювача, проконтролювати і зняти з приладу 5 (міліамперметр).
7. Значення вихідного сигналу, яке поступає з електропневматичного перетворювача на вхід пневмоелектричного перетворювача, проконтролювати і зняти з приладів 6 (манометр) та 7 (вторинний прилад).
8. Значення вихідного сигналу з пневмоелектричного перетворювача проконтролювати і зняти з приладу 8 (міліамперметр).
9. Виконати вимірювання при зростанні значень температури (прямий хід), а також при зменшенні значень температури (зворотній хід).
10. Результати експерименту (прямий та зворотній хід) занести до таблиць за наведеним зразком:

Показання з приладу 4, $T, ^\circ\text{C}$	ТЕРС, що відповідає температурним точкам, e , mV	Показання міліамперметру 5, I_1 mA	Показання манометру 6, P кгс/см ²	Показання вторинного приладу 7, P %	Показання міліамперметру 8, I_2 mA	Похибка ланцюга перетворення, Δ , mA
Прямий хід						
Зворотній хід						

Обробка та аналіз результатів. Оформлення звіту

Використовуючи отримані значення (занесені до таблиці), побудувати за допомогою MS Excel статичні характеристики перетворювачів $P = f(I_1), I_2 = f(P)$.

¹ За вказівкою викладача

Розрахувати похибку ланцюга перетворювань для кожного значення температури $\Delta = |I_2 - I_1|$.

У звіт про виконану роботу слід включити:

- тему та мету роботи;
- короткі теоретичні відомості;
- опис та схеми електропневматичного та пневмоелектричного перетворювачів;
- опис лабораторної установки та методику проведення вимірювань;
- таблиці отриманих результатів;
- статичні характеристики перетворювачів;
- аналіз отриманих результатів та основні висновки.

Контрольні запитання

1. Місце та мета використання перетворювачів сигналів у структурі систем автоматизації технологічних процесів.
2. Поняття статичної характеристики елемента системи автоматизації.
3. Порядок отримання статичної характеристики експериментальним шляхом.
4. Діапазони вимірювання уніфікованих сигналів (пневматичних, гідравлічних, електричних).
5. Формування вимірювального сигналу у формі, зручній для телевимірювальної передачі.
6. Формування вимірювального сигналу у формі, зручній для дистанційної передачі.
7. Принцип дії та будова електропневматичного перетворювача сигналів.
8. Принцип дії та будова пневмоелектричного перетворювача сигналів.

Лабораторна робота № 2

Виконавчі механізми і регулюючі органи

Мета та основні завдання роботи. Дослідити роботу виконавчих механізмів та регулюючих органів і отримати метрологічні характеристики цього обладнання.

Основні теоретичні відомості

Відповідно до принципу блоково-модульної побудови розроблена уніфікована система виконавчих пристроїв ДСП¹ (СВП ДСП), яка об'єднує всі види загальнопромислових виконавчих пристроїв (ВП) великих, середніх і малих витрат, які містять різні виконавчі механізми та регулюючі органи.

Система СВП ДСП передбачає підвищення технічного рівня ВП і їх надійності, взаємозамінності, високий рівень уніфікації ВП, можливість їх роботи у різних середовищах, у тому числі хімічно агресивних і токсичних, а також у широкому інтервалі температур і тиску. Всі виконавчі пристрої СВП ДСП можуть комплектуватися позиціонерами та іншими додатковими блоками. Виконавчі пристрої різноманітні за будовою, але всі вони включають дві частини: силовий привід і регулюючий орган.

Виконавчі механізми. У структурній схемі системи автоматичного регулювання виконавчий механізм (ВМ) знаходиться між регулятором і регулюючим органом (РО).

Виконавчими механізмами є пристрої, що дозволяють впливати на об'єкт для підтримки заданих значень регульованої величини через регулюючий орган, без безпосереднього контакту з цим об'єктом.

По сигналу, отриманому від регулятора ВМ переміщає РО і змінює потік речовини або енергії, яка поступає на об'єкт регулювання або виходить з нього. При цьому регульована величина наближається до завдання.

За видом енергії, що використовується, ВМ розділяються на пневматичні, гідравлічні та електричні, а за типом руху силового приводу механізми діляться на однооборотні, багатооборотні та поступальні.

Пневматичні засоби керування задовольняють найжорсткішим вимогам пожаро- і вибухобезпечності, можуть працювати за наявності агресивних домішок в навколишній атмосфері і застосовуються для автоматизації виробничих процесів у хімічній, нафтохімічній, харчовій і інших галузях промисловості. В енергетиці пневматичні прилади знаходять застосування в системах управління водопідготовчими установками ТЕС і АЕС.

Із пневматичних приводів у системах автоматизації найбільш широке застосування знайшли мембранно-пружинні і поршневі прилади.

¹ ДСП – Державна система приладів

Пристрій мембранно-пружинного приводу (рис. 2.1).

Робота приводу полягає в наступному. За відсутності тиску повітря в камері над мембраною пружина 5 через направляючий стакан і жорсткий

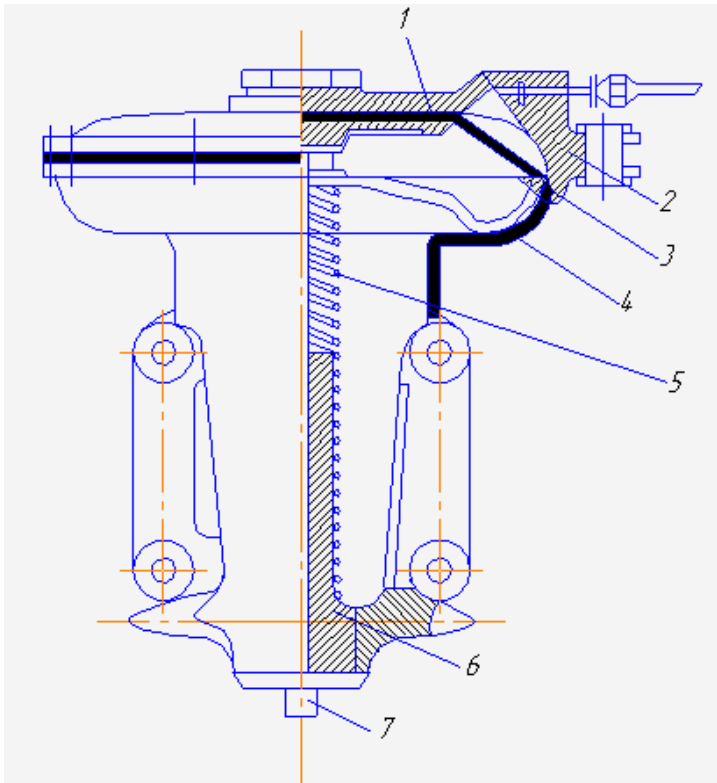


Рис. 2.1

центр притискує мембрану 1 до виступів верхньої кришки 2. Шток 7 займає крайнє верхнє положення. При підвищенні тиску в камері вище атмосферного на мембрану 1 і її жорсткий центр діє сила F , яка дорівнює добутку надмірного тиску P на ефективну площу мембрани.

Ця сила стискає пружину і переміщає рухому систему приводу на величину, при якій сила пружної протидії пружини має дорівнювати силі F . При перевищенні сили стиснення пружини над силою тиску повітря на мембрану відбувається рух штока вгору. Мембранні

виконавчі механізми мають порівняно низьку чутливість, значний люфт і гістерезис, тому вони застосовуються в системах регулювання з відносно невисокими вимогами до якості регулювання.

Для підвищення чутливості швидкодії, збільшення перестановочного зусилля і зменшення гістерезису мембранного ВМ застосовуються позиційні реле (позиціонери), необхідні при роботі клапана в умовах в'язких середовищ, високого тиску регульованого середовища, при значних відстанях між регулятором і виконавчим механізмом.

Принципова схема позиціонера типу ПР-10 показана на рис. 2.2.

Пневматичний сигнал від регулятора надходить в глуху камеру В, утворену мембранами 3 і 4, зібраними в один блок. Ефективна площа мембрани 4 більше площі мембрани 3, на жорсткий центр якої спирається хвостовик 2 подвійного конічного клапана 1. Останній змінює перетини двох отворів в камері А,

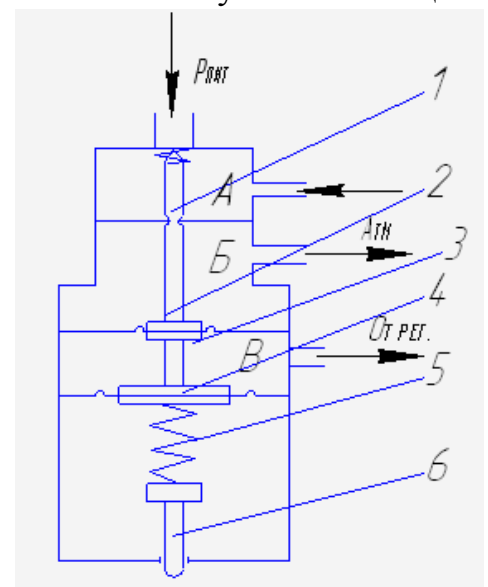


Рис. 2.2

створюючи два дроселі змінного перетину: один на подачі повітря живлення в камеру А, а інший на виході повітря з камери А через камеру Б в атмосферу. Камера А з'єднується з мембранно-пружинним приводом виконавчого механізму. Пружина 5 і шток 6 складають пристрій від'ємного зворотного зв'язку. При установці позиціонера на приводі шток 7 входить в отвір верхньої або нижньої кришки і стикається з жорстким центром мембрани.

Позиціонер працює наступним чином. При незмінній величині пневматичного сигналу, що поступає від регулятора, мембранний блок нерухомий і тиск в камері А не змінюється. При підвищенні тиску повітря від регулятора мембранний блок, унаслідок нерівності ефективних площ мембран 3 і 4, переміститься вниз і стисне пружину 5. Одночасно переміщається вниз і клапан 1, який збільшує надходження повітря в камеру А з лінії живлення і зменшує вихід повітря в атмосферу. Зростаючий тиск в камері порушить рівноважний стан приводу і викличе рух його мембрани. Шток 6 позиціонера, що спирається на мембрану приводу, переміститься вгору і стисне пружину 5. Коли збільшена сила пружної протидії пружини зрівноважить силу, створену тиском, що підвищився в камері В, то переміщення мембранного блоку, клапана 1 і зміна тиску в камері А припиняться. Тоді мембранно-пружинний привід прийде в рівновагу.

При зниженні тиску повітря від регулятора позиціонер діятиме у зворотному напрямі. Тиск повітря в лінії живлення позиціонера - 0,25 МПа.

Пристрій поршневого приводу. Поршневий слідкуючий привід (рис. 2.3) складається з циліндра 3, усередині якого розміщений поршень 4 з порожнистим силовим штоком 5, в порожнині якого розміщена пружина 6, що використовується для отримання жорсткого зворотного зв'язку в механізмі слідкуючої системи приводу. Пружина сполучена з штоком за допомогою натяжного механізму 7, що забезпечує плавне регулювання натягу пружини, сполученої шарнірно з жорстким центром вимірювальної мембрани 2. З іншого боку жорсткий центр мембрани сполучений з відсічним золотником 1.

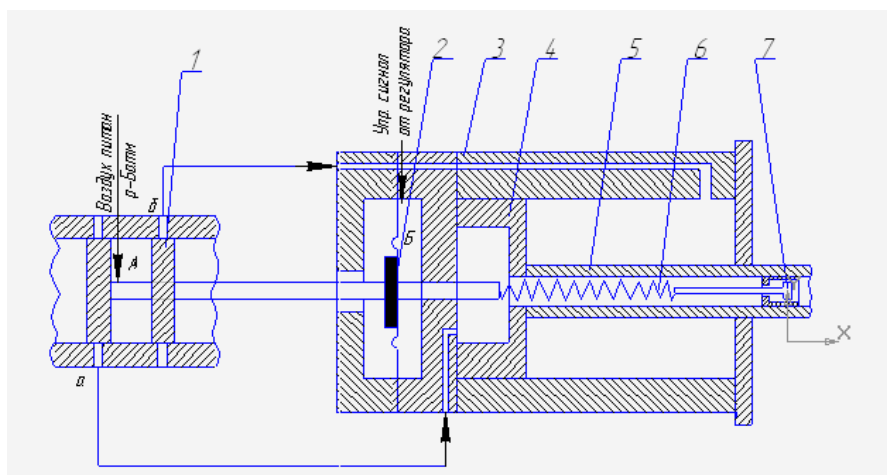


Рис. 2.3

Робота пневмопривода полягає в наступному. Сигнал від регулятора, рівний 0,2...1 атм, поступає в порожнину Б вимірювальної мембрани і переміщає її жорсткий центр. При цьому переміщується золотниковий пристрій і відкривається вікно "а" або "б". Стиснене повітря з камери А через вказані вікна поступає в ліву або праву порожнину поршня і переміщає його. При цьому змінюється натяг пружини зворотного зв'язку 6, пов'язаною з вимірювальною мембраною 3. Вимірювальна мембрана при цьому переміщає золотник і відсікає камеру А від вікон "а" або "б". Шток виконавчого механізму при цьому зупиняється.

Електричні виконавчі механізми забезпечують переміщення регулюючого органу об'єкту при дії управляючих імпульсів, поступаючих від регулюючих блоків через пристрої управління або від оператора.

Параметри сигналів зв'язку регулюючих блоків, пристроїв управління і виконавчих механізмів стандартизовані. Найбільш поширеними типами виконавчих однооборотних механізмів є ПР, ДР, ВМ та інші. Виконавчі механізми типів ДР, ПР призначені для роботи з поворотними або поступальними клапанами для відкриття або закриття їх робочого перетину.

Розглянемо будову і принцип роботи приводу пропорційної дії – ПР (рис. 2.4). Також на рис. 2.4 наведені креслення таких приладів.

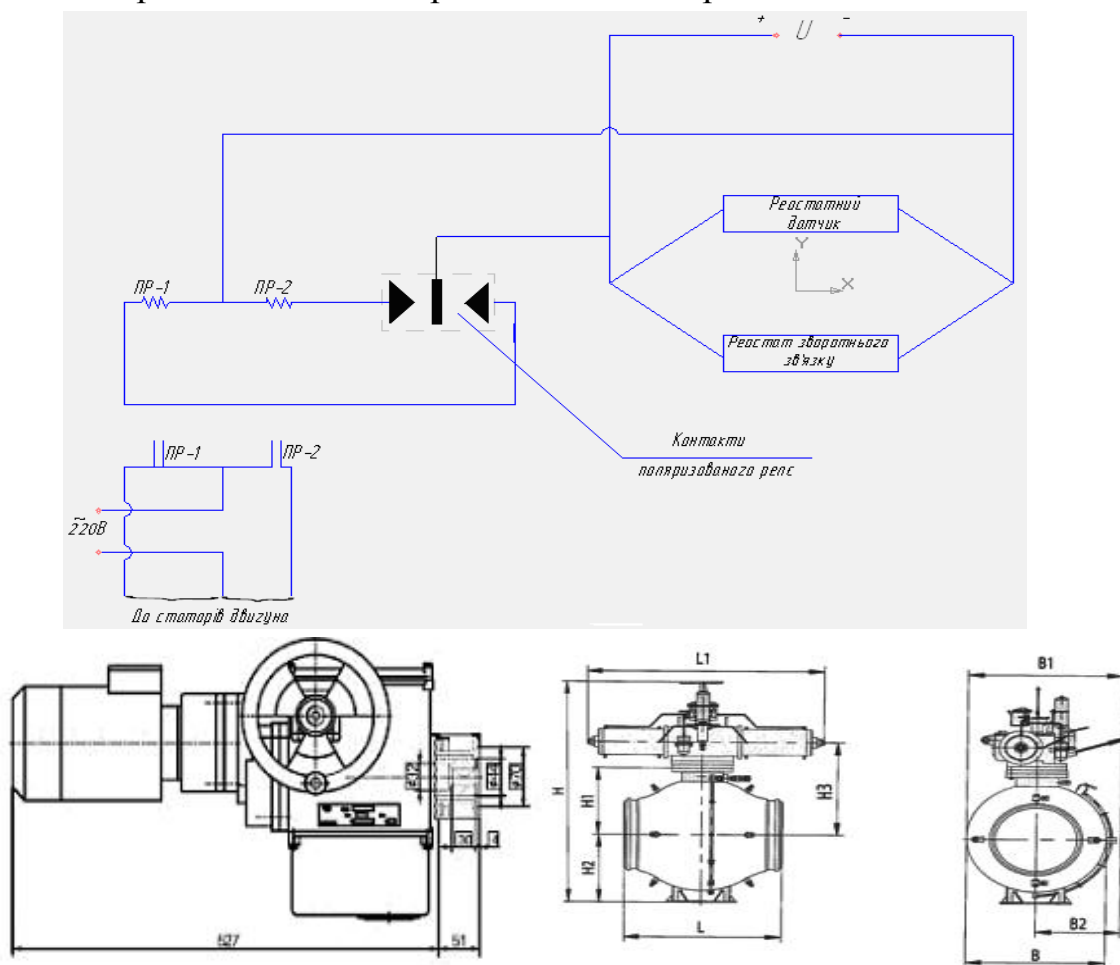


Рис. 2.4

У приводі є два електродвигуни, ротори яких жорстко посаджені на загальний вал. Статори змонтовані так, що їх поля обертаються в протилежних напрямках. Для зміни напрямку обертання до мережі підключають інший статор двигуна. Підключення одного або другого статора двигуна залежить від знаку розбалансу, що знімається з реостата датчика.

Реостатний датчик входить в електричну схему балансного реле БР-3, яке управляє виконавчими механізмами, до схеми яких входить реостат зворотного зв'язку. Реле працює таким чином: при рівновазі мостової вимірювальної схеми, утвореної опорними, поляризованими реле, а також вторинними реле ПР-2 і ПР-1, знеструмлені. При відхиленні регульованого параметра від заданого значення движок реохорда датчика переміститься в ту або іншу сторону, рівновага моста порушиться і по обмотці 1-1 поляризованого реле потече струм. Залежно від напрямку струму включається лівий або правий контакт поляризованого реле, який подає напругу на реле ПР-1 або ПР-2, через контакти яких напруга поступає на один із статорів приводу.

Дія виконавчого механізму продовжується до тих пір, поки пов'язаний з ним движок реохорда зворотного зв'язку не приведе мостову схему в рівновагу.

Однооборотні виконавчі механізми типу «МЭО» (рис. 2.5, а) випускаються в різних модифікаціях, і розрізняються за номінальним крутильним моментом на вихідному валу та номінальним часом повного ходу валу.

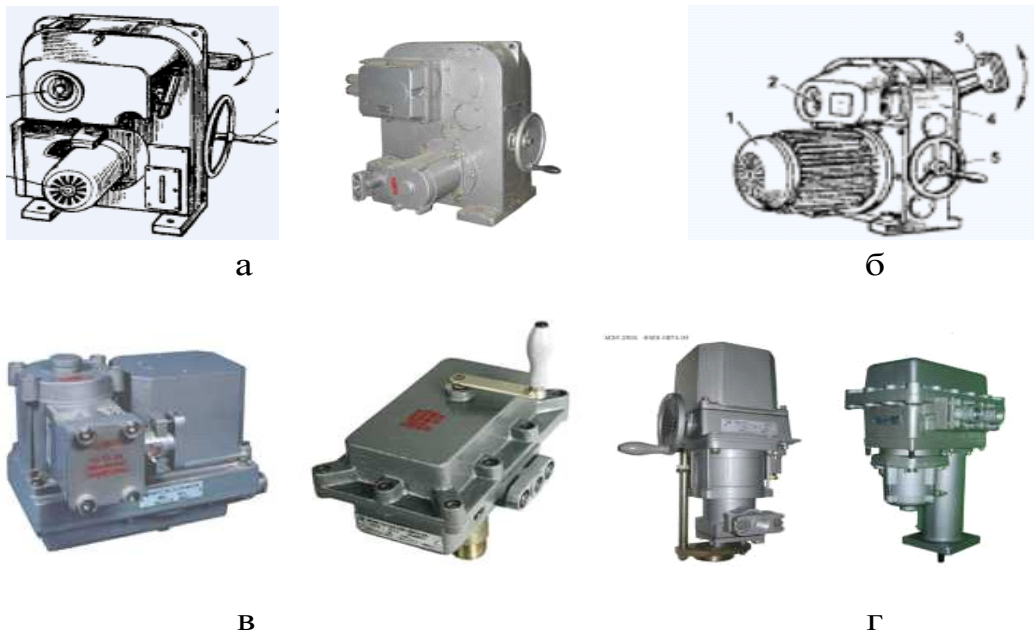


Рис. 2.5

Разом з виконавчими механізмами типу МЭО широке застосування отримали однооборотні електричні механізми «КДУ». Загальний вид однооборотного електричного механізму типу КДУ показаний на рис. 2.5, б.

Приклади багатооборотних (в) та поступальних (г) електричних механізмів також показані на рис. 2.5.

Гідравлічні засоби регулювання використовуються для побудови систем автоматизації парових турбін. Гідравлічні виконавчі механізми поршневого типу розвивають великі переставні зусилля при високій швидкості переміщення виконавчої частини механізму. Для зв'язку керуючої та виконавчої частин вводиться електрогідравлічний перетворювач. Також знайшли застосування комбіновані електропневматичні системи.

Приклади гідравлічних приладів показані на рис. 2.6.

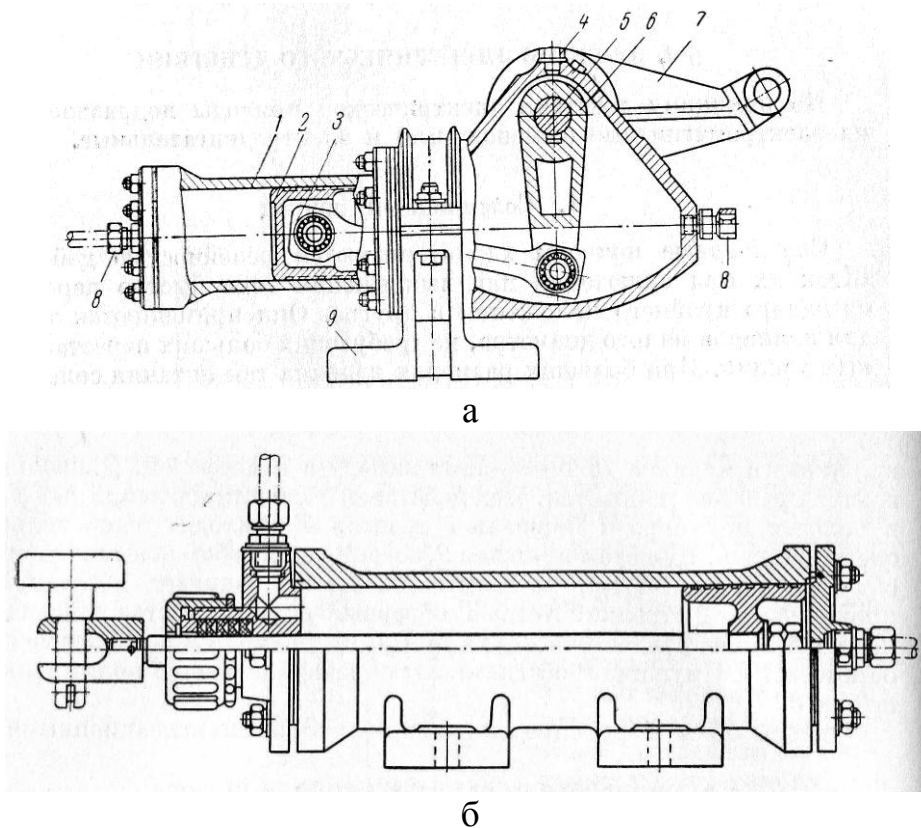


Рис. 2.6. Приводи гідравлічної дії
а – кривошипний привід; б – привід прямого ходу

Регулюючі органи

Регулюючий орган – це ланка виконавчого пристрою, яка призначена для зміни витрати речовини шляхом зміни пропускної спроможності.

Залежно від умовної пропускної спроможності РО діляться на такі групи:

- РО великих витрат — регулюючі заслінки з умовною пропускною спроможністю від 40 до 25 000 м³/год (умовні діаметри від 50 до 100 мм);
- РО середніх витрат — регулюючі клапани з умовною пропускною спроможністю від 2 до 500 м³/год (умовні діаметри від 10 до 300 мм);
- РО малих витрат — регулюючі клапани з умовною пропускною спроможністю від 0,1 до 4,0 м³/год (умовні діаметри від 6 до 25 мм);
- РО мікровитрат — регулюючі клапани з умовною пропускною спроможністю менше 0,1 м³/год і умовним діаметром менше 10 мм.

За конструктивними характеристиками РО ділять на профільовані (клапани) і непрофільовані (заслінки). По періодичності включення в роботу РО бувають постійної дії (живильні клапани) і періодичної (клапани БРОУ).

За видом керування РО діляться на регульовані (клапани із змінними геометричними розмірами прохідного перетину) і нерегульовані (дросельні пристрої).

За числом ступенів дроселювання дросельно-регулюючі органи виконуються у вигляді одно- або багатосхідчастих конструкцій.

За числом сідел (посадочних поверхонь) розрізняють одно- і двосідельні РО. Двосідельні конструкції називають двопотоковими або з розділенням потоків.

За формою корпусу РО розділяються на кутові і прохідні. У кутовій арматурі потік змінює свій напрям зазвичай на 90° . Потік середовища рухається в основному уздовж осі патрубків або з деяким викривленням. При цьому арматура виконується як з прямим розташуванням штока, так і з похилим.

За конструкцією затвора РО можна розділити на чотири групи:

1. РО, в яких переміщення елементів затвора відбувається паралельно напрямку потоку середовища. Це клапани золотникового, голкового, багатосхідчастого й інших типів.
2. РО з обертанням елементів затвора. Це поворотні клапани, заслінки, крани.
3. РО із затвором, елементи яких переміщуються перпендикулярно напрямку потоку, наприклад клапани шибєрного типу.
4. РО, в затворі яких відбувається стиснення прохідного каналу, наприклад діафрагмові клапани.

У якості рухомих елементів затвора застосовуються шибєри і плунжери (золотники). Конструктивні особливості РО і ефективність їх роботи багато в чому пов'язані з напрямом потоку середовища. Конструкції РО можуть допускати строго визначений або будь-який напрями потоку. При описі типу арматури слід вказати напрям підведення середовища. Конструкції РО можуть бути завантаженими чи ні, що залежить від величини перестановного зусилля, яке необхідне для установки плунжера в певне положення.

Розглянемо конструкцію і особливості деяких з РО:

Засліночні РО (рис. 2.7) є регулюючими органами щодо великих витрат і мають найбільшу умовну пропускну спроможність з всіх розглянутих РО. У них відсутні застійні зони, в яких можуть накопичуватися механічні частинки і бруд. Розміри і маса засліночних РО порівняно невеликі. Найбільш доцільне застосування засліночних РО з великими умовними проходами. Конструкція засліночних РО порівняно проста, а їх вартість в порівнянні з РО інших типів невелика. Основні недоліки традиційних конструкцій засліночних РО - наявність значних незрівноважених крутних моментів, що діють на диск, і

труднощі в отриманні високої герметичності. Проте в сучасних конструкціях засліночних РО ці недоліки усуваються. Величина крутного моменту істотно знижується застосуванням спеціальних профільних дисків. Завдяки цьому з'явилася можливість використовувати засліночні РО при високих перепадах тиску регульованого середовища. Створюються також замочно-регулюючі конструкції засліночних РО.

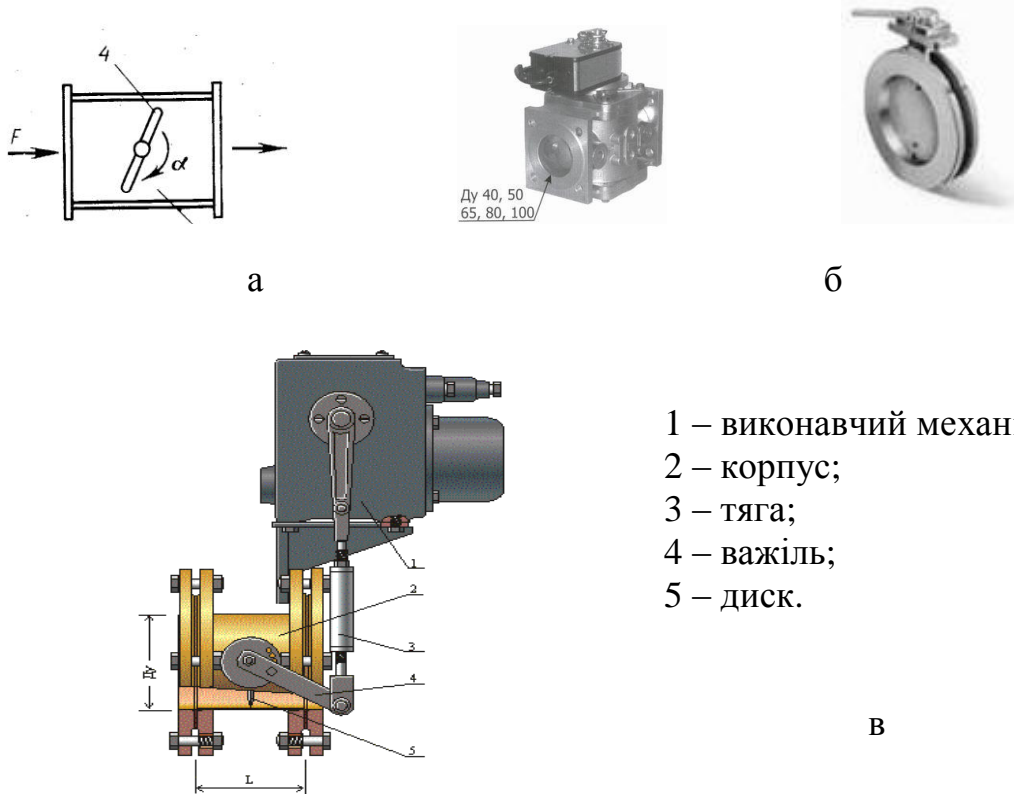


Рис. 2.7

Порівняння конструкцій дросельно-регулюючої арматури показує, що арматура клапанного типу має переваги перед іншими типами арматури. Саме у клапанах знаходять рішення багато завдань сучасного арматуробудування. Клапан одного і того ж типорозміру при відповідній профілізації плунжера (золотника) може мати різні витратні характеристики, що створює зручності при виборі клапана для конкретних умов робіт.

Двосідельні РО (рис. 2.8) є найбільш поширеним видом РО у вітчизняній і зарубіжній практиці. Ці РО створені з метою забезпечення можливості застосування РО при більш високих перепадах регулюючого середовища за рахунок розвантаження затвора. Не дивлячись на ускладнення конструкції, збільшення металоємності і габаритів, розвантаження затвора у двосідельних РО в порівнянні з односідельними покращує якість регулювання і знижує необхідне перестановочне зусилля приводу, а отже, габарити і масу приводу. Умовна пропускна спроможність двосідельних регулюючих органів в 1,6 разу вище, ніж у односідельних при тих же умовних проходах. Завдяки цьому до середини 60-х років двохсідельні регулюючі клапани були

практично основним вживаним типом РО як в СРСР, так і за кордоном. Проте двосідельним регулюючим органам властивий цілий ряд недоліків, основними з яких є: негерметичність, великі габарити і маса, висока вартість, незадовільні кавітаційні й шумові характеристики, наявність застійних зон, високі експлуатаційні витрати. Ці недоліки дали поштовх до пошуку нових конструкцій.

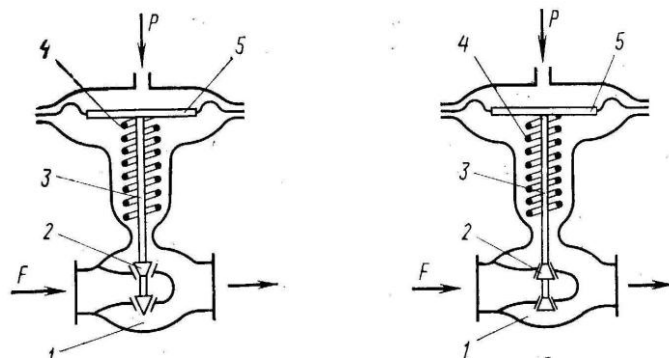


Рис. 2.8

Односідельні регулюючі органи (рис. 2.9), як прохідні, так і кутові почали застосовуватися раніше двосідельних. Вони більш технологічні, ніж двосідельні, менш металовмісні, дозволяють досягти кращої герметичності.

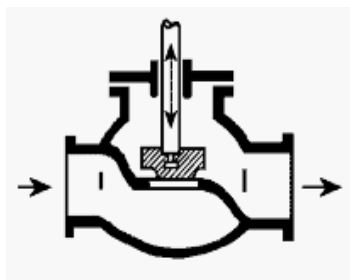
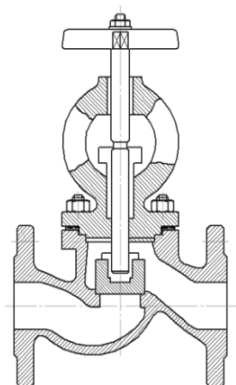


Рис. 2.9

Відсутність застійних зон в односідельних РО дозволяє застосовувати їх для регулювання в'язких середовищ. Покращені кавітаційні й шумові характеристики дозволяють використовувати односідельні РО при порівняно великих перепадах тиску.

Висока ремонтпридатність дає значну економію при експлуатації. Основним недоліком, що обмежує застосування традиційних конструкцій односідельних РО, є нерозвантаженість затвора, що викликає необхідність застосування порівняно потужних виконавчих механізмів.

Останнім часом з'явилися ряд конструкцій односідельних РО, позбавлених цього недоліку при збереженні всіх вказаних вище переваг. Розвантаження затвора проводиться, як правило, шляхом розміщення його в спеціальну обойму (так звану клітку), яка одночасно є і направляючою затвора. Такий регулюючий орган називається клітинним. У деяких конструкціях клітинних РО затвором є звичайний поршень, а в обоймі виконані профільовані вікна для отримання певної пропускнуої характеристики; у інших конструкціях профільовані вікна знаходяться на затворі, а в обоймі виконані циліндрові або прямокутні отвори. Є конструкції розвантажених односідельних РО з отвором в затворі, що дозволяє зрівняти тиск над і під затвором.

Односідельні РО можуть бути і замочно-регулюючими. В цьому випадку герметичність досягається за допомогою м'якої прокладки.

Конструкція **кульових, шлангових і діафрагмових** РО показана нижче:

Кульові клапани (рис. 2.10, а, б) мають у середині корпусу кульку з висвердленим в ній отвором. Коли клапан відкритий, рідке середовище тече через цей отвір. Клапан закривається поворотом ручки на 90° , при цьому відповідно повертається і кулька.

Отвір клапана закривається, оскільки висвердлений отвір в кульці в цьому випадку знаходиться до нього під прямим кутом. Трубопровід перебивається.

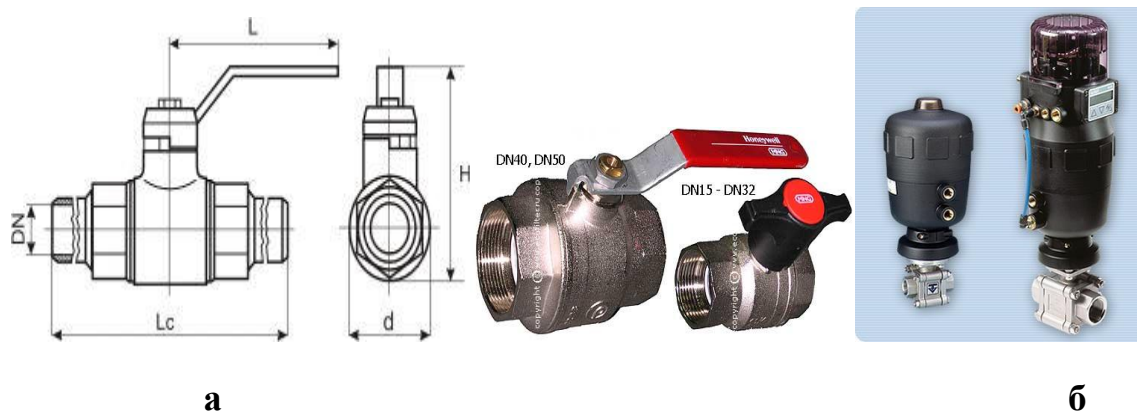


Рис. 2.10. Кульові клапани

а – звичайні; б – з пневмоприводом

Шлангова заслінка (рис. 2.11) відрізняється тим, що робоче середовище проходить через еластичний патрубок (шланг), який, деформуючись під дією шпинделя, змінює площу прохідного перетину, а отже, і витрата робочого середовища. Шлангові заслінки можуть працювати в будь-якому середовищі, якщо остання не руйнує матеріал шлангу.



Рис. 2.11

Еластичні патрубки виготовляються з гуми (бензо-, масло-, хімічно стійкої).

Основна перевага шлангових заслінок - повна герметизація робочого середовища від зовнішнього, головний недолік - недовгий термін служби еластичного патрубку. Інші переваги шлангової заслінки: виключається застій продукту, оскільки конструкція прямоточна з малим гідравлічним опором; у закритому положенні еластичний патрубок надійно перекриває прохід, відсікаючи подачу середовища у відповідний трубопровід.

Недоліки шлангової заслінки: невисока температура регульованого середовища - до 80С; невеликий робочий тиск - до 10 кгс/см²; для забезпечення затиску еластичного патрубку необхідне значне зусилля переміщення.

Приклад та конструкція діафрагмового клапану показані на рис. 2.12.

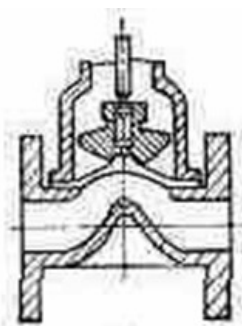
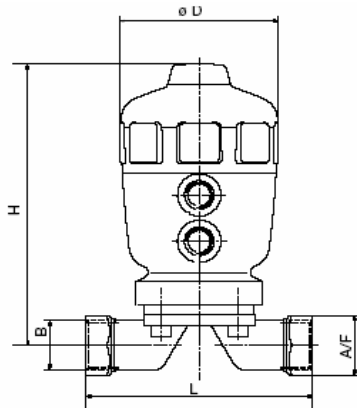


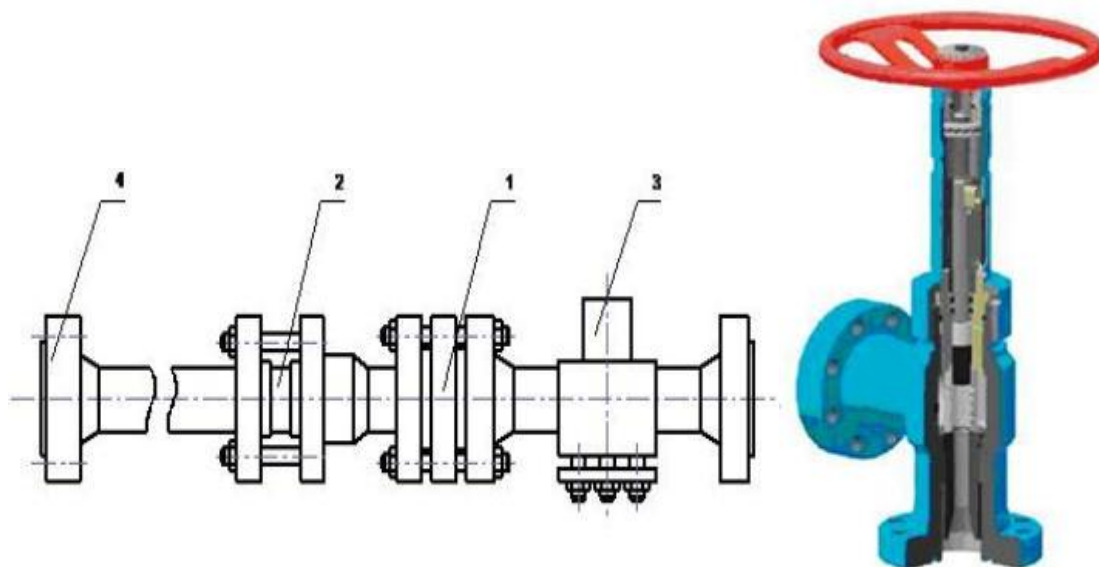
Рис. 2.12

Триходові РО (рис.2.13) призначені для змішування двох потоків в один або для розділення одного потоку середовища на два. Триходові регулюючі органи знаходять застосування в цілому ряду технологічних процесів: змішування потоків при регулюванні температури теплоносія, підготовка промивальних розчинів і тому подібне. Застосування триходових регулюючих клапанів як змішувачів, так і розділяючих, приводить до значного ефекту у зв'язку із зменшенням кількості приводів, позиціонерів, ручних дублерів, замочної апаратури і підвищення надійності. Вказані переваги пояснюються тим, що один триходовий клапан замінює в схемі регулювання два дво- або односидільних РО.



Рис. 2.13

Для відпрацювання перепаду тиску при постійній витраті води найдоцільніше застосовувати дросельний пристрій. У багатоступінчатих пристроях всі ступені дроселювання, як правило, виконуються однаковими зважаючи на незначну зміну густини середовища. Перепад тиску, що спрацьовує в одному ступені істотно залежить від форми виконання дросельного елемента.



1-дросель; 2-компенсатор; 3-трійник; 4-фланець

Рис. 2.14

Приклади використання РО.

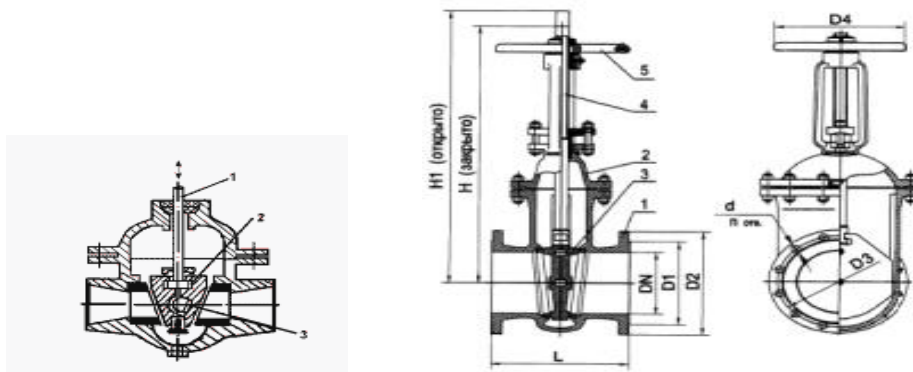
У системі газопостачання використовують запобіжні замочні, запобіжні скидні і регулюючі клапани. Запобіжний замочний клапан - пристрій, який припиняє подачу газу споживачам при виході контрольованого тиску за встановлену верхню або нижню межу і відкривається тільки вручну. Надходження газу припиняється при посадці клапана на сідло у вентильному корпусі, який через проміжний шток сполучений з важелем. Запобіжний скидний клапан - пристрій, призначений для підтримки тиску газу (теплоносія) в мережі на заданому рівні шляхом видалення в атмосферу деякого об'єму газу (теплоносія) з системи. Запобіжні скидні клапани бувають пружинними, мембранними і рідинними. Пружинні клапани застосовуються двох видів - малопідйомні і повнопідйомні. У перших відкриття затвора відбувається поступово, тому їх називають клапанами пропорційної дії. Другий при певному підвищенні тиску в системі відкривається повністю ривком. Малопідйомні пропорційні клапани використовують в системах з практично нестискуваними рідинами, де навіть дуже невелике скидання веде до різкого зниження тиску.

Великі підприємства, електростанції і подібні їм об'єкти з безперервним цілодобовим споживанням теплоносія використовують регулюючі клапани - одно- і двосідельні. Ці клапани придатні також для регулювання витрати

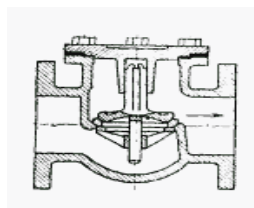
води і пари з параметрами від середніх до надкритичних при перепаді тиску пари, аж до критичного.

У системах кондиціонування повітря, як правило, використовують повітряні клапани з поворотними стрілками. Ці клапани розділяють за призначенням на прохідні, змішувальні і розподільні; по характеру дії - на регулюючі і двопозиційні (замочні); по конструкції - на паралельно-стулкові і непаралельно-стулкові. Паралельно-стулкові – це приймальні клапани з паралельними стулками призначені для відключення каналів забору зовнішнього повітря після виключення кондиціонера. Для запобігання замерзання стулки обладнують електричним обігрівом, який включається перед пуском кондиціонера. Прокідні клапани встановлюють на змішувальних камерах у місцях приєднання до них повітроводів рециркуляції або безпосередньо у повітроводах системи. Осі стулки зв'язані загальною тягою, що приєднується до приводу – ручного, пневматичного або електричного. Пропорційне регулювання витрати, температури і вологості повітря повітряним клапаном пов'язано з його характеристикою, яка в загальному випадку може бути довільною (лінійною, нелінійною).

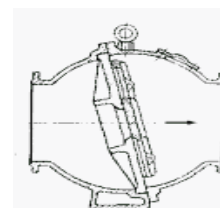
На рис. 2.15 наведені згадані та інші прилади.



Засувка високого тиску



Підйомний зворотній клапан



Поворотний зворотній клапан



Двоходовий клапан



Соленоідні клапани

Рис.2.15

З метою більш поглибленого вивчення теоретичних основ даної лабораторної роботи рекомендується використати конспект лекцій з курсу та список рекомендованої літератури для даних методичних вказівок.

Опис лабораторної установки

До складу лабораторної установки (рис. 2.16) включено наступні прилади:

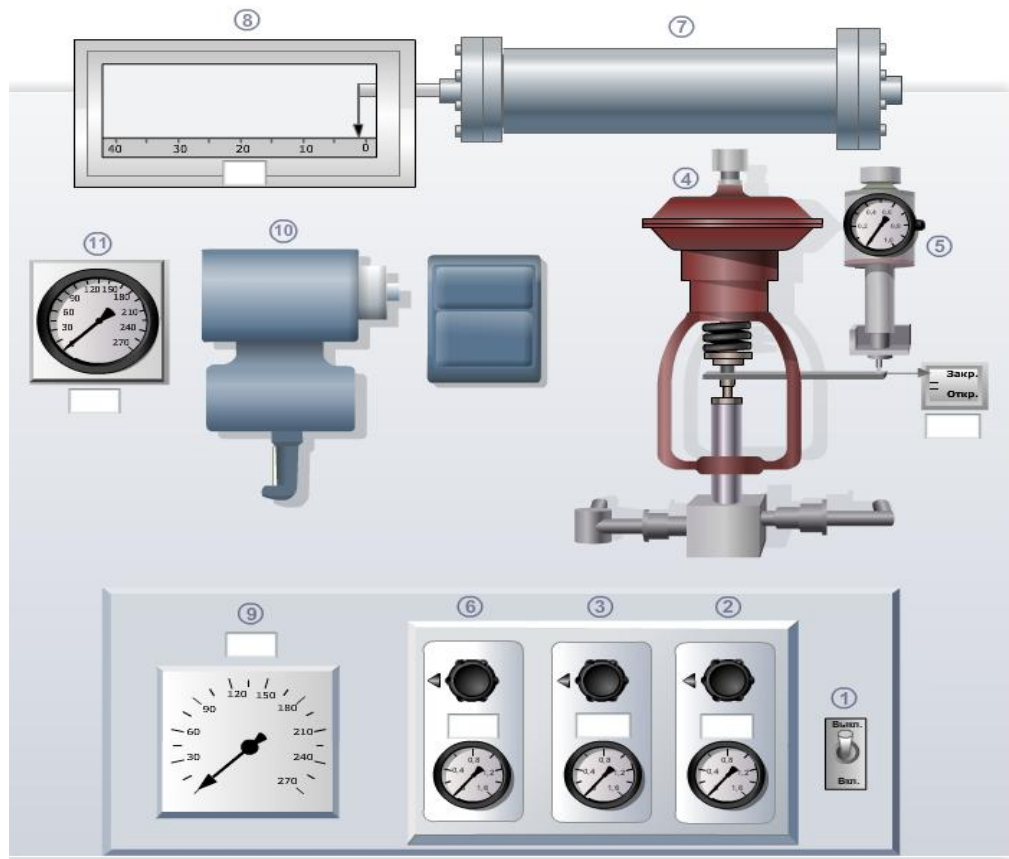


Рис. 2.16

- електричний виконавчий механізм 10 зі шкалою 11;
- поршневий слідкуючий привід 7 з пристроєм візуалізації переміщення штоку 8;
- мембранний виконавчий механізм 4 з пристроєм візуалізації переміщення штоку 5;
- датчик кута повороту для електричного виконавчого механізму 9;
- панель дистанційного керування тиску з редукторами 2,3,6;
- тумблер живлення 1.


Пневматичні прилади 4, 7 живлять тиском 0,14 МПа стислого повітря через редуктор 2 з манометром. Командний сигнал на виконавчі механізми 4 і 7 задається редукторами панелі дистанційного керування 3 і 6 в інтервалі 0,02 - 0,16МПа.

Електричне живлення стану здійснюється за допомогою тумблера 1.

Заходи безпеки під час виконання лабораторної роботи

Заходи безпеки, яких треба дотримуватись при виконанні лабораторної роботи «Виконавчі механізми і регулюючі органи» наведені у Додатку 1.

Послідовність виконання роботи

1. Ознайомитися з лабораторною установкою.
2. Подати електричне живлення на стенд тумблером 1 (клацнувши мишею на кульці перемикача).
3. Повертаючи ручку редуктора 2  за годинниковою стрілкою встановити живлення стисненого повітря на рівні 0,14МПа .
4. За допомогою редуктора 3 панелі дистанційного керування тиску послідовно задати 6-8 значень тиску в інтервалі 0,02 - 0,16МПа. Задані значення відображаються на шкалі манометра та дублюються у цифровому вигляді у відповідному вікні. Відслідкувати переміщення штоку поршневого слідкуючого приводу 7 на шкалі 8. Кожну пару значень занести в лабораторний журнал скориставшись вкладкою «**Таблиця значень приладів**». Виконати вимірювання при зростанні значень тиску (прямий хід), а також при зменшенні значень тиску (зворотній хід).
5. За допомогою редуктора 6 панелі дистанційного керування тиску послідовно задати 6-8 значень тиску в інтервалі 0,02 - 0,16МПа. Відслідкувати переміщення штоку мембранного виконавчого механізму 4 на шкалі 5. Кожну пару значень занести в лабораторний журнал скориставшись вкладкою «**Таблиця значень приладів**». Виконати вимірювання при зростанні значень тиску (прямий хід), а також при зменшенні значень тиску (зворотній хід).
6. За допомогою задатчика кута повороту 9 для електричного виконавчого механізму 10 послідовно задати 6-8 значень в інтервалі 0 - 270. Відслідкувати переміщення стрілки електричного виконавчого механізму на шкалі 11. Кожну пару значень занести в лабораторний журнал скориставшись вкладкою «**Таблиця значень приладів**». Виконати вимірювання при зростанні значень кута повороту (прямий хід), а також при зменшенні значень кута повороту (зворотній хід).

Обробка та аналіз результатів. Оформлення звіту

Використовуючи значення, які занесені до «**Таблиці значень приладів**», побудувати за допомогою MS Excel статичні характеристики розглянутих

виконавчих механізмів (прямий та зворотній хід).
 $L_1 = f(P_1), L_2 = f(P_2), \varphi_1 = f(\varphi_2)$.

Показання манометру 6, P_1 кгс/см ²	Переміщення штоку МІМ L_1 , мм	Показання манометру 3, P_2 кгс/см ²	Переміщення штоку ПСП L_2 , см	Вхідний кут повороту φ_1 , град	Вихідний кут повороту φ_2 , град
Прямий хід					
Зворотній хід					

У звіт про виконану роботу слід включити:

- тему та мету роботи;
- короткі теоретичні відомості;
- опис та схеми виконавчих механізмів, використаних у лабораторній роботі;
- опис лабораторної установки та методику проведення вимірювань;
- таблиці отриманих результатів;
- статичні характеристики виконавчих механізмів;
- аналіз отриманих результатів та основні висновки.

Контрольні запитання

1. Місце та мета використання виконавчих механізмів і регулюючих органів у структурі систем автоматизації технологічних процесів.
2. Поняття статичної характеристики елемента системи автоматизації.
3. Порядок отримання статичної характеристики експериментальним шляхом.
4. Принцип дії та будова електричного виконавчого механізму.
5. Принцип дії та будова мембранного виконавчого механізму.
6. Принцип дії та будова поршневого слідкуючого приводу.
7. Основні типи регулюючих органів, які використовують у структурі систем автоматизації технологічних процесів.
8. Принцип дії та будова засліночних, одно- та двосидільних, кульових та діафрагмових регулюючих органів.

Лабораторна робота № 3

Релейне регулювання

Мета та основні завдання роботи: Дослідити роботу релейного регулятора та отримати криві перехідних процесів в системі регулювання з двопозиційним регулятором при зміні навантаження на об'єкт.

Основні теоретичні відомості

Пристрої, за допомогою яких в системах регулювання забезпечується автоматична підтримка технологічних величин біля заданого значення, називаються автоматичними регуляторами.

Двопозиційне регулювання. Це простий вид регулювання, широко поширений в промисловості і побуті. Двопозиційні регулятори прості, дешеві і можуть бути легко налаштовані для більшості процесів.

Автоматичні регулятори, у яких регулюючий орган може займати обмежену кількість певних положень, називаються позиційними. Вони відносяться до групи регуляторів перервної дії. Найчастіше застосовуються дво- і трипозиційні регулятори. У двопозиційних регуляторів, залежно від знаку відхилення керованої величини, регулюючий орган або повністю відкритий (при цьому витрати речовини або енергії максимальні), або повністю закритий (витрати дорівнюють нулю).

У трипозиційних регуляторах, окрім двох крайніх, регулюючий орган може бути встановлений ще в одному (середньому) положенні, що сприяє більш плавній зміні керованої величини і скороченню числа спрацьовувань регулюючого органа в одиницю часу. Більш плавне регулювання можуть забезпечити багатопозиційні регулятори, які здатні встановлювати виконавчий механізм в декількох проміжних положеннях. Двопозиційне регулювання в більшості випадків здійснюється електричними регуляторами, вбудованими у вторинні прилади (наприклад, потенціометри, мости, мілівольтметри).

Розглянемо детальніше роботу двопозиційного регулятора. Якщо весь хід регулюючого органа позначити за 100%, то регулятор стрибком переводить регулюючий орган з положення 0 в положення 100% і навпаки.

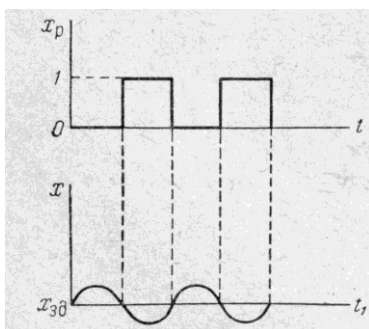


Рис. 3.1

Коли дійсне значення регульованого параметра x більше заданого x_{30} значення (рис. 3.1), то вихідний сигнал регулятора x_p рівний нулю ($x_p = 0$); коли дійсне значення регульованого параметра менше заданого значення, на виході регулятора сигнал має максимальне значення ($x_p = x_p^{\max} = 1$). Для

процесів охолодження, наприклад, регулятор спрацьовує по-іншому: якщо дійсне значення регульованого параметра більше заданого значення, то вихідний сигнал має максимальне значення.

Умовно закон регулювання двопозиційного регулятора може бути записаний у вигляді:

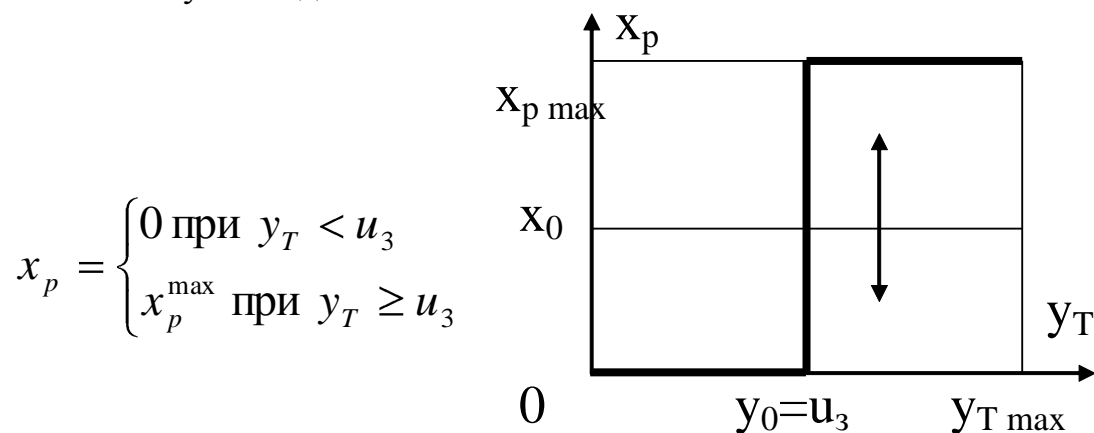


Рис. 3.2

Регулятор надає максимально можливу дію на об'єкт, повністю відкриваючи притік (або стік) енергії (або речовини) в процесі або повністю закриваючи її. У зв'язку з цим процес регулювання в системі з двопозиційним регулятором має коливальний незгасаючий характер (рис. 3.3 пояснює роботу позиційного регулятора).

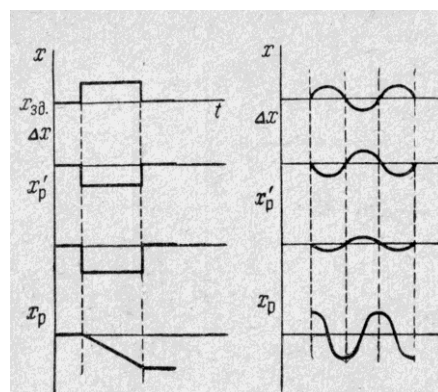
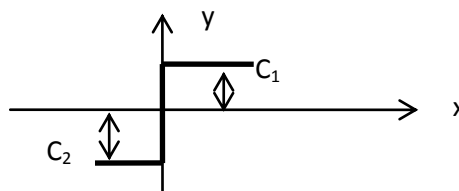


Рис. 3.3

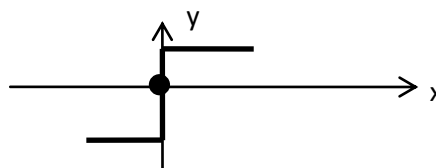
Це є значним недоліком двопозиційних регуляторів, а також причиною того, що такий спосіб регулювання застосовується на маловідповідальних процесах, де допустимі значні коливання регульованого параметра (установки кондиціонування, холодильники і т. п.).

Реле бувають наступних видів:

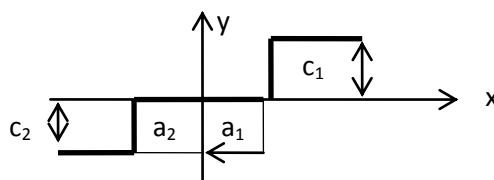
1. Ідеальне двопозиційне реле:



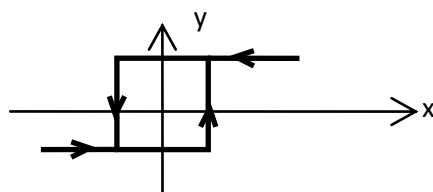
2. Ідеальне трипозиційне реле:



3. Трипозиційне реле (релейна характеристика із зоною нечутливості):



4. Релейна характеристика двопозиційного реле із зоною нечутливості:



Існує також велика кількість різноманітних кусочно-лінійних характеристик (наприклад, релейна характеристика, зображена на рис. 3.4).

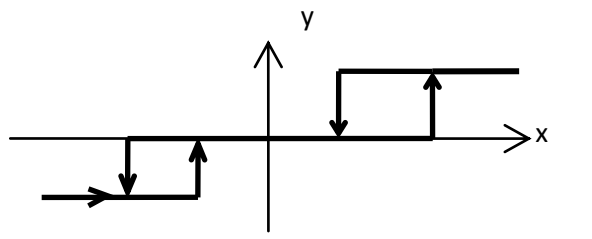


Рис. 3.4

Приклади роботи деяких схем з позиційними регуляторами:

Для додання реєструючим потенціометрам і рівноважним мостам функцій автоматичного регулювання за релейним законом, в них вбудовують позиційні регулюючі пристрої. Такий регулятор складається з вимірювальної частини, керуючого і задаючого пристроїв, релейного блоку і виконавчого механізму. Спрощена схема двопозиційного регулятора приведена на рис. 3.5.

Вимірювальною частиною приладу є звичайний потенціометр або рівноважний міст (на схемі не показаний).

На вихідному валу редуктора Р, що приводиться в дію реверсивним двигуном Д, закріплений профільований диск ПД, на якому є паз. Диск здійснює дію вимірювальної частини

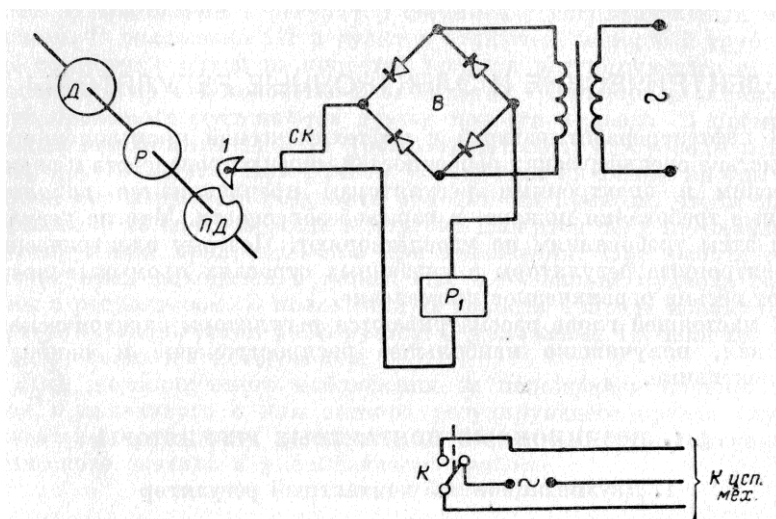


Рис. 3.5

приладу на керуючий пристрій. По профільованому диску ковзає шарнірно-коливаний елемент 1 з контактом СК, що розташований на поворотній планці, і виконує функції керуючого пристрою. Поворотом планки вручну можна змінювати положення шарнірно-коливального елемента, відносно пазу диску, змінюючи тим самим задане значення регульованої величини.

Задане значення показується стрілкою, що розташована перед шкалою приладу.

Знаходячись зліва від паза, шарнірно-коливальний елемент утримує контакт СК у замкненому стані. А знаходячись у пазі праворуч, шарнірно-коливальний елемент залишає контакт розімкненим.

Контакт СК впливає на котушку електромагнітного реле P_1 , яке живиться постійним струмом від випрямляча В і забезпечено перемикачем К для управління виконавчим механізмом. Робота регулятора полягає в наступному: якщо регульована величина нижче заданої, то шарнірно-коливальний елемент знаходиться зліва від паза диска, контакт СК — замкнений. Котушка електромагнітного реле збуджена, перемикач подає сигнал виконавчому механізму на збільшення регульованої величини. При збільшенні останньої профільований диск повертається проти годинникової стрілки. Під час переходу регульованої величини через задане значення шарнірно-коливальний елемент, потрапляючи в паз, розмикає контакт СК, а сам займає положення праворуч від паза. При цьому котушка реле знеструмується, її сердечник відпускає поворотний якор і перемикач замикає контакти на пониження регульованої величини.

Трипозиційний контактний регулятор (схема приведена на рис. 3.6). Схема трипозиційного контактної регулятора відрізняється від двопозиційного наявністю двох профільованих дисків ПД₁ і ПД₂ з двома шарнірно-коливальними елементами 1 і 2 і двома контактами СК₁ і СК₂. Релейний блок складається з трьох електромагнітних реле P_1 , P_2 і P_3 з трьома нормально розімкненими контактами K_1 , K_2 і K_3 . Крім того, реле P_1 має нормально замкнутий контакт a , а реле P_3 — контакт b . Задане значення регульованої величини встановлюється поворотом двох планок. Одна планка встановлює

нижнє значення регульованої величини, при якому виконавчий механізм ВМ спрацьовує на підвищення регульованої величини.

Друга планка встановлює верхнє значення, при якому виконавчий механізм спрацьовує на пониження.

Планки переміщують шарнірно-коливальні елементи, відносно

профільованих дисків і мають стрілки на шкалі приладу. У діапазоні між встановленими значеннями на привід виконавчого механізму керуючий

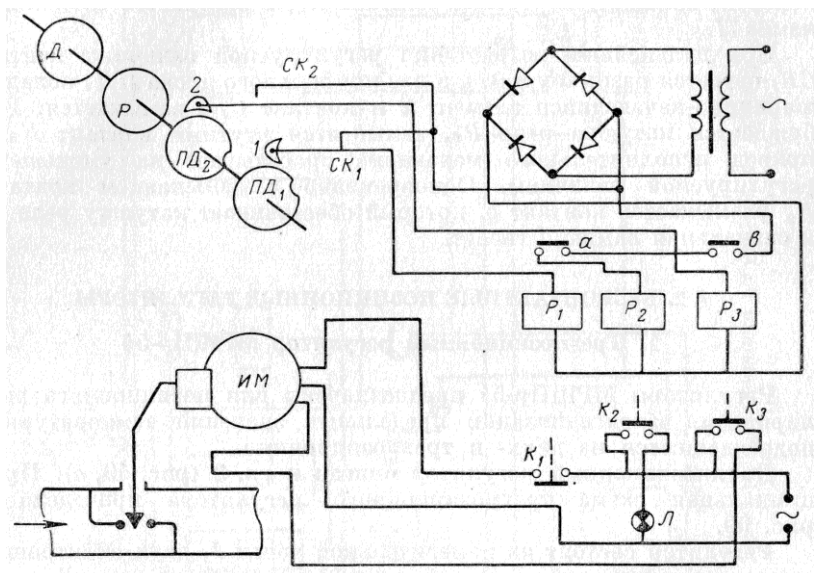


Рис. 3.6

сигнал не поступає, а горить лампа Л, що сигналізує про нормальне значення регульованої величини.

Регулятор працює таким чином. При значенні регульованої величини нижче заданого профільовані диски і шарнірно-коливаючі елементи займають положення, показане на рис. 3.6. Контакт СК₂ розімкнений, а контакт СК₁ замкнений. При цьому котушка реле Р₁ збуджена, і контакт К₁ замкнений. Привід виконавчого механізму спрацьовує на збільшення регульованої величини. Контакт а розімкнений, а котушка реле Р₂ знеструмлена.

При зростанні регульованої величини і обертанні профільних дисків проти годинникової стрілки настає момент, коли в паз диска ПД₁ потрапляє шарнірно-коливаючий елемент 1 і контакт СК₁ розмикається. Котушка реле Р₁ знеструмлюється. Контакт К₁ розмикається, а контакт а замикається. Котушка реле Р₂ збуджується, замикається контакт К₂, і сигнальна лампа Л починає горіти.

При подальшому зростанні регульованої величини контакт СК₁ залишається розімкненим, а в паз профільного диска ПД₂ потрапляє шарнірно-коливальний елемент 2 і контакт СК₂ замикається. Збуджується котушка реле Р₃, замикається контакт К₃, і привід виконавчого механізму спрацьовує на зменшення регульованої величини. Одночасно із замиканням контакту К₂ розмикається контакт в, який знеструмлює котушку реле Р₂, і сигнальна лампа Л гасне.

Релейна слідкуюча система. На рис. 3.7 показана схема релейної слідкуючої системи з двигуном постійного струму. Задання положення здійснюється движком реостату 1. Двигун слідкуючої системи повинен перемістити движок реостату 2 в аналогічне положення. Неузгодження

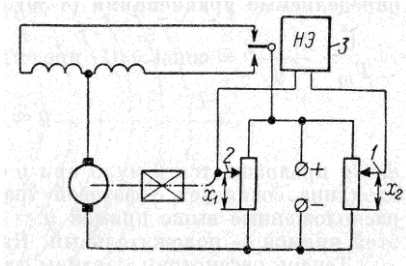


Рис. 3.7.

положень движків визначається поляризованим реле 3, яке своїми контактами включає двигун в ту або іншу сторону залежно від знаку неузгодження.

З метою більш поглибленого вивчення теоретичних основ даної лабораторної роботи рекомендується використати конспект лекцій з курсу та список рекомендованої літератури для

даних методичних вказівок.

Опис лабораторної установки

Лабораторна установка включає лабораторну піч зі спіральним нагрівачем. У печі повинна підтримуватися температура в межах від t_1 до t_2 . Для виконання цього завдання використовується релейний регулятор. З метою дослідження різних режимів нагріву і охолодження печі використовується обдув стислим повітрям, яке визначає навантаження печі.

Принципова схема лабораторної установки зображена на рис 3.8. Напряга на нагрівальну спіраль теплового об'єкту подається через лабораторний трансформатор і контролюється приладом 4. Навантаження на об'єкт змінюється витратою охолодженого стислого повітря за допомогою редуктора 7. Витрата повітря контролюється ротаметром 3. Вихідною величиною є температура об'єкту, яка контролюється термопарою. ЕРС термопарі реєструється приладами 1 (показуючий і реєструючий) і 2 (показуючий). У прилад 1 вбудовано релейний регулятор, який вмикає або вимикає напругу на нагрівальну спіраль теплового об'єкту.

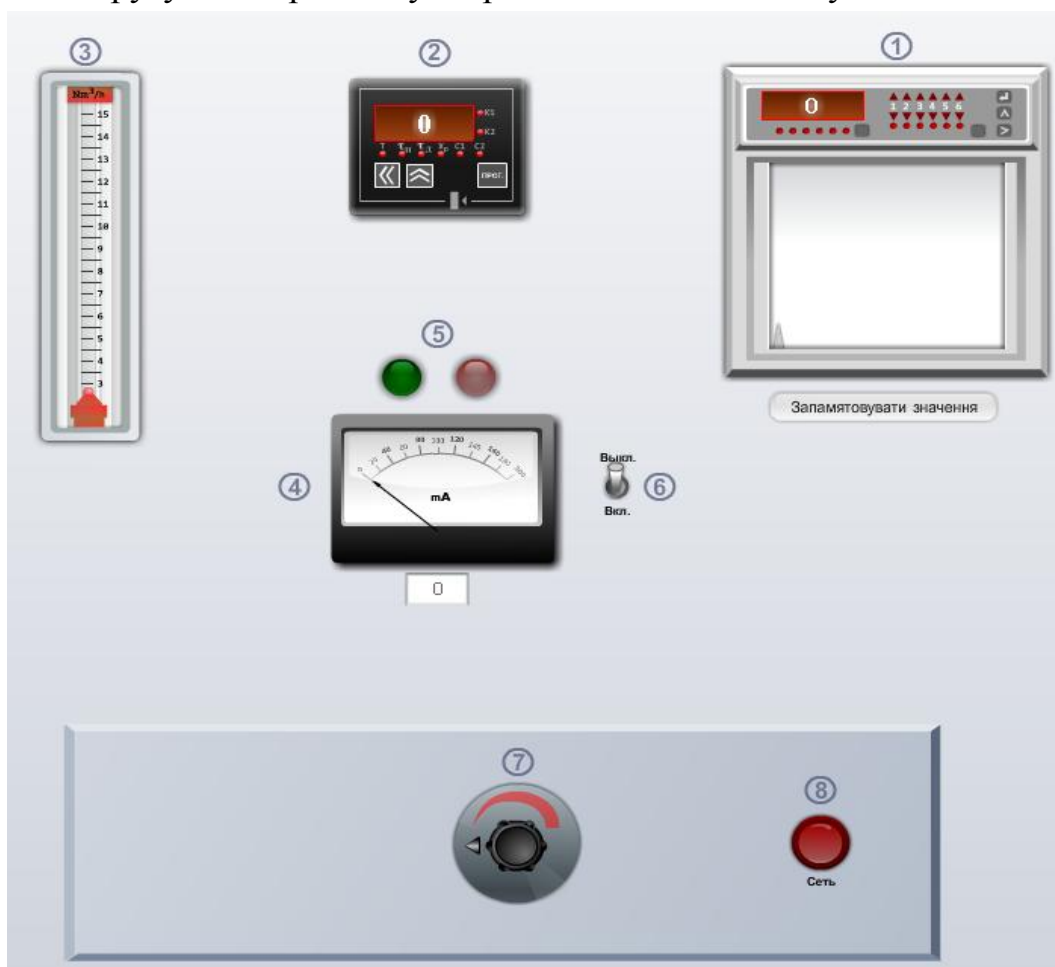


Рис. 3.8


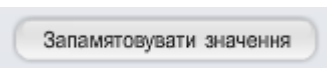
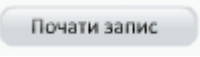
На панель стенду також виведені:

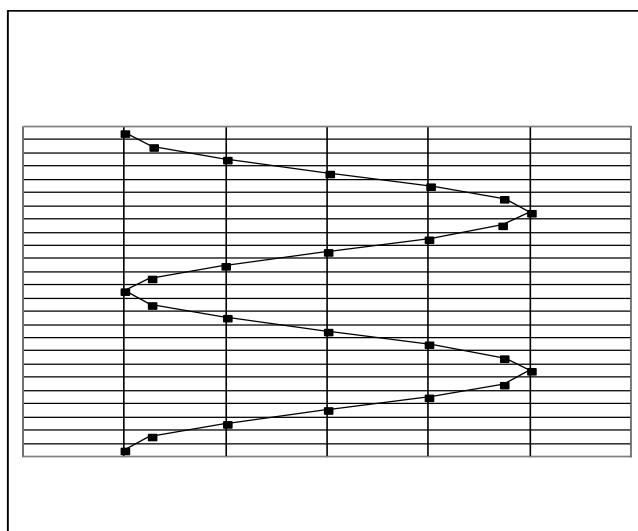
- кнопка включення живлення 8, яка відображає включення стенду в електричну мережу.
- сигнальні лампочки 5, які сигналізують про нагрів (червоний) або охолодження (зелений) печі.



Заходи безпеки під час виконання лабораторної роботи

Заходи безпеки, яких треба дотримуватись при виконанні лабораторної роботи «Релейне регулювання» наведені у Додатку 1.

Послідовність виконання роботи

1. Ознайомитися з лабораторною установкою.
2. Подати електричне живлення на стенд кнопкою 8 (клацнувши мишею по ній). Червоне світло сигналізує про увімкнення установки.
3. Повертаючи ручку редуктора 7  за годинниковою стрілкою, встановити обдув печі стисненим повітрям на заданому рівні за показанням ротаметру.
4. Натиснути кнопку  під приладом 1.
5. Увімкнути піч, клацнувши мишею на кульці перемикача 6 та натиснути кнопку .
6. Проконтролювати за приладами 1 і 2 нагрів/ охолодження печі.
7. Зняти криву регулювання нагріву/ охолодження:



8. Зупинити запис, натиснувши кнопку .
9. Вимкнути піч, клацнувши мишею на кульці перемикача 6.
10. Скопіювати зміну температури в часі у вікні під приладом 1 в MS Excel.
11. Натиснути кнопку .
12. Задати 2-3 інших режими обдуву печі і зняти криві регулювання нагріву/ охолодження у цих режимах (п.п. 3 – 11).
13. Результати експерименту занести до таблиці за наведеним зразком:

t	T
2	97
3	96
4	94

Режим 1 (показання за ротаметром)		
Температура печі, T, °C		
Час, t, сек.		
Режим 2 (показання за ротаметром)		
Температура печі, T, °C		
Час, t, сек.		
Режим ... (показання за ротаметром)		

Обробка та аналіз результатів. Оформлення звіту

Використовуючи отримані значення (занесені до таблиці) для різних режимів обдуву, побудувати за допомогою MS Excel криві регулювання $T = f(t)$, де T – температура печі, t – час. Пояснити, чому відрізняються криві регулювання при зміні навантаження на піч.

У звіт про виконану роботу слід включити:

- тему та мету роботи;
- короткі теоретичні відомості;
- опис та принцип роботи релейного регулятора;
- опис лабораторної установки та методику проведення вимірювань;
- таблицю отриманих результатів;
- криві регулювання;
- аналіз отриманих результатів та основні висновки.

Контрольні запитання

1. Типи регуляторів, які застосовуються у системах автоматизації технологічних процесів.
2. Поняття релейного регулювання.
3. Види релейних характеристик.
4. Принцип дії та будова двопозиційного регулятора.
5. Принцип дії та будова трипозиційного контактного регулятора.
6. Принцип дії та будова релейної слідкуючої системи.
7. Якість двопозиційного регулювання.

Лабораторна робота № 4

Аналогово-цифрові та цифро-аналогові перетворювачі сигналів

Мета та основні завдання роботи: Дослідити роботу аналогово-цифрових (АЦП) та цифро-аналогових (ЦАП) перетворювачів і отримати метрологічні характеристики цього обладнання. Порівняти результати вимірювань при застосуванні цифрової та аналогової техніки при вимірюванні технологічних параметрів.

Основні теоретичні відомості

Цифро-аналогові перетворювачі. ЦАП призначені для перетворення інформації з цифрової форми в аналоговий сигнал шляхом сумування струмів або напруги. ЦАП широко застосовуються в пристроях автоматики для зв'язку цифрових комп'ютерних систем з аналоговими елементами і системами.

Принцип роботи ЦАП полягає в підсумовуванні аналогових сигналів, пропорційних вагам розрядів вхідного цифрового коду, з коефіцієнтами, рівними нулю або одиниці залежно від значення відповідного розряду коду.

На ЦАП надходять цифрові сигнали у вигляді двійкового коду (наприклад $Q_4Q_3Q_2Q_1$). ЦАП перетворює цифровий двійковий код $Q_4Q_3Q_2Q_1$ в аналогову величину, зазвичай напругу $U_{вих}$. Кожен розряд двійкової коди має певну вагу i -го розряду удвічі більше, чим вага $(i-1)$ -го. Роботу ЦАП можна описати наступною формулою:

$$U_{вих} = e(Q_1 \cdot 1 + Q_2 \cdot 2 + Q_3 \cdot 4 + Q_4 \cdot 8) \quad (4.1)$$

де e - напруга, відповідна вазі молодшого розряду, Q_i - значення i -го розряду двійкової коди (0 або 1).

Наприклад, числу 1001 відповідає

$$U_{вих} = e(1 \cdot 1 + 0 \cdot 2 + 0 \cdot 4 + 1 \cdot 8) = 9e,$$

а

$$U_{вих} = e(0 \cdot 1 + 0 \cdot 2 + 1 \cdot 4 + 1 \cdot 8) = 12e.$$

На рис. 4.1 представлена спрощена схема цифро-аналогового перетворювача.

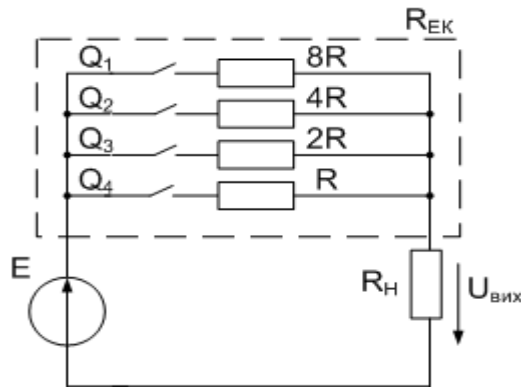


Рис. 4.1 - Схема цифро-аналогового перетворювача

У схемі i – й ключ замкнутий при $Q_i=1$, а при $Q_i=0$ – розімкнений.

Еквівалентний опір обведеного пунктиром двополюсника R_{EK} і опір навантаження R_H утворюють дільник напруги. Тоді

$$U_{вих} = \frac{ER_H}{R_{EK} + R_H}$$

Регістри підібрані таким чином, що $R \gg R_H$, тоді

$$U_{вих} = \frac{ER_H}{R_{EK} + R_H} \quad (4.2)$$

Провідність двополюсника $1 / R_{EK}$ дорівнює сумі провідності гілок (при $Q_i=1$ і – гілка включена, при $Q_i=0$ – відключена):

$$\frac{1}{R_{EK}} = \frac{Q_1}{8R} + \frac{Q_2}{4R} + \frac{Q_3}{2R} + \frac{Q_4}{R} \quad (4.3)$$

Підставивши (4.3) в (4.2), отримуємо вираз, ідентичний (4.1)

$$U_{вих} = \frac{8ER_H}{R} (Q_1 \cdot 1 + Q_2 \cdot 2 + Q_3 \cdot 4 + Q_4 \cdot 8) \quad (4.4)$$

Очевидно, що $e = \frac{8ER_H}{R}$. Вибором e можна встановити необхідний масштаб аналогової величини.

Аналогово-цифрові перетворювачі. У інформаційних керуючих системах частина (або вся) інформація від датчиків у більшості випадків представлена в аналоговій формі. Для її введення в цифрові комп'ютерні системи і цифрові керуючі пристрої широко застосовуються аналогово-цифрові перетворювачі (АЦП). В більшості випадків АЦП виконують перетворення вхідної напруги або струму в двійковий цифровий код.

Існують різні типи АЦП. Зупинимось на тих типах, які набули в даний час найбільшого поширення.

АЦП послідовного наближення (АЦП ПН). Структурна схема АЦП ПН приведена на рис. 4.2. Схема працює таким чином. Вхідний аналоговий сигнал $U_{вх}$ перед початком перетворення запам'ятовується схемою вибірки –

зберігання (ВЗ), оскільки в процесі перетворення необхідна зміна аналогового сигналу. Далі по команді “Пуск” за допомогою сдвигового регістру послідовно в часі кожен тригер T_i , починаючи із старшого розряду, переводить в положення 1 відповідний розряд ЦАП. Напруга U_1 (або струм) з виходу ЦАП порівнюється з вхідним аналоговим сигналом за допомогою компаратора (КП). Якщо $U_0 > U_1$, на виході компаратора зберігається низький рівень і в тригері зберігається одиниця. При $U_0 < U_1$ спрацьовує компаратор і переводить тригер в положення 0. Після закінчення циклу на виходах тригерів встановлюється двійковий код, відповідний (при ідеальних елементах) U_0 з точністю до половини молодшого розряду.

Похибка АЦП ПН визначається неточністю ЦАП, зоною нечутливості і зсувом нуля КП, а також похибкою схеми ВЗ.

Оскільки в такій схемі помилка в будь-якому розряді надалі не корегується, необхідно, щоб час на “зважування” кожного розряду був достатній для загасання перехідного процесу до рівня, відповідного половині молодшого розряду, і щоб при розбалансі $U_1 - U_0$ на це значення КП встиг спрацювати.

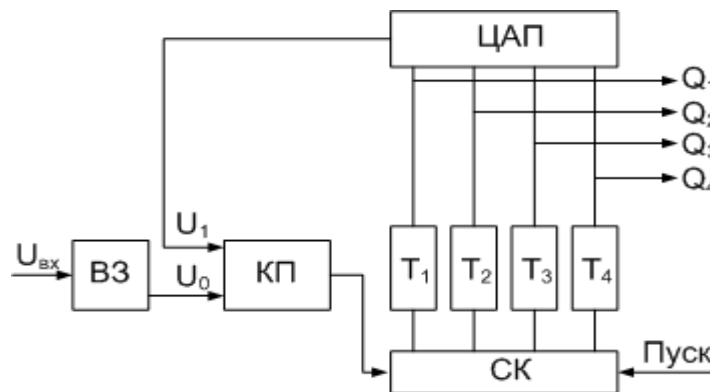


Рис 4.2 - Схема АЦП послідовного наближення

Загальний час перетворення

$$t_{IP} = t_{B3} + n(t_3 + t_B + t_{Ц}) + t_{СК}$$

де t_{B3} – час, необхідний для фіксації U_{B3} схемою ВЗ; n – число розрядів; t_3 – час затримки, що вноситься компаратором; t_B – час встановлення U_1 на вході ЦАП; $t_{Ц}$ – час затримки цифрових елементів в схемі управління і спрацьовування тригера; $t_{СК}$ – час, необхідний для скидання ЦАП в початковий стан з урахуванням часу, необхідного для синхронізації з початком такту.

Найбільшу частку до t_{IP} зазвичай вносить t_B , найбільша величина якого може бути оцінена таким чином:

$$t_B = (1 + n)T_E \ln 2$$

де T_E – еквівалентна постійна часу на вході ЦАП.

При 12-розрядному АЦП і використанні швидкодіючого ЦАП з $t_B=100$ нс, а час перетворення $t_{ПР}$ буде становити близько 1,5 мкс. В більшості випадків $t_{ПР}$ такого перетворювача знаходиться у межах 10 – 100 мкс.

АЦП паралельного типу (АЦП ПТ). Істотне зменшення $t_{ПР}$ вдається отримати в АЦП паралельного типу. Його структурна схема наведена на рис. 4.3. Тут вхідна аналогова величина U_0 з виходу схеми ВЗ порівнюється за допомогою $2n+1 - 1$ компаратора з $2(2n-1)$ еталонними рівнями, які оснащені дільниками, що містять резистори рівного опору. При цьому спрацьовують m

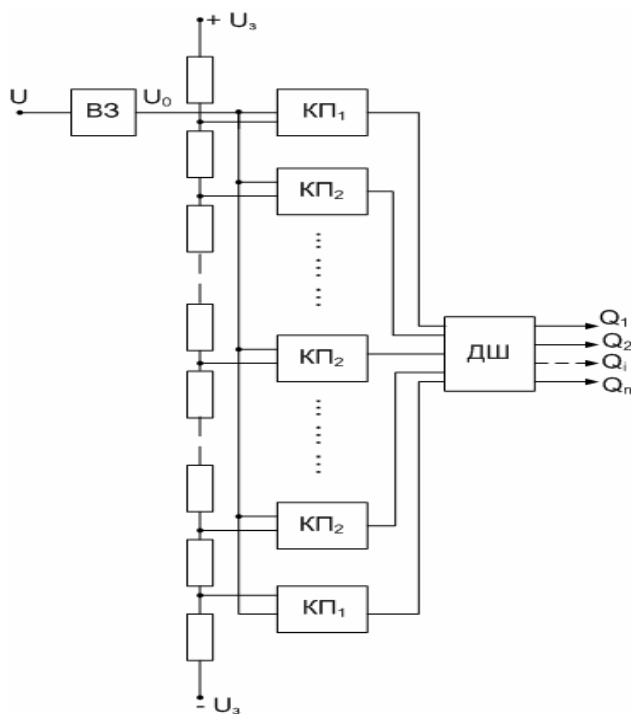


Рис. 4.3. Схема АЦП паралельного типу

молодших компараторів, які створюють на виходах схем нормальний одиничний код. Потім він за допомогою спеціального дешифратора (ДШ) перетвориться в двійковий вихідний сигнал.

Похибка АЦП ПТ визначається неточністю і нестабільністю еталонної напруги, резистивного дільника і похибками компараторів. Значну роль можуть грати вхідні струми компараторів, коли дільник недостатньо низькоомний.

Час перетворення у АЦП ПТ складається з наступних складових:

$$t_{ПР} = t_{ВЗ} + t_3 + a \cdot t_{ЛС}$$

де $t_{ЛС}$ – час затримки логічних схем; a – число послідовно включених логічних схем.

При використанні компараторів із стробіюванням АЦП ПТ може бути без схеми ВЗ. При цьому він забезпечує більшу швидкодію в порівнянні з будь-якими іншими АЦП.

З метою більш поглибленого вивчення теоретичних основ даної лабораторної роботи рекомендується використати конспект лекцій з курсу та список рекомендованої літератури для даних методичних вказівок.

Опис лабораторної установки

До складу лабораторної установки (рис. 4.4) включено наступні прилади:

- піч з омичним підігрівачем 1;
- комп'ютер 4;

- блок обдуву печі 5, 6, 7;

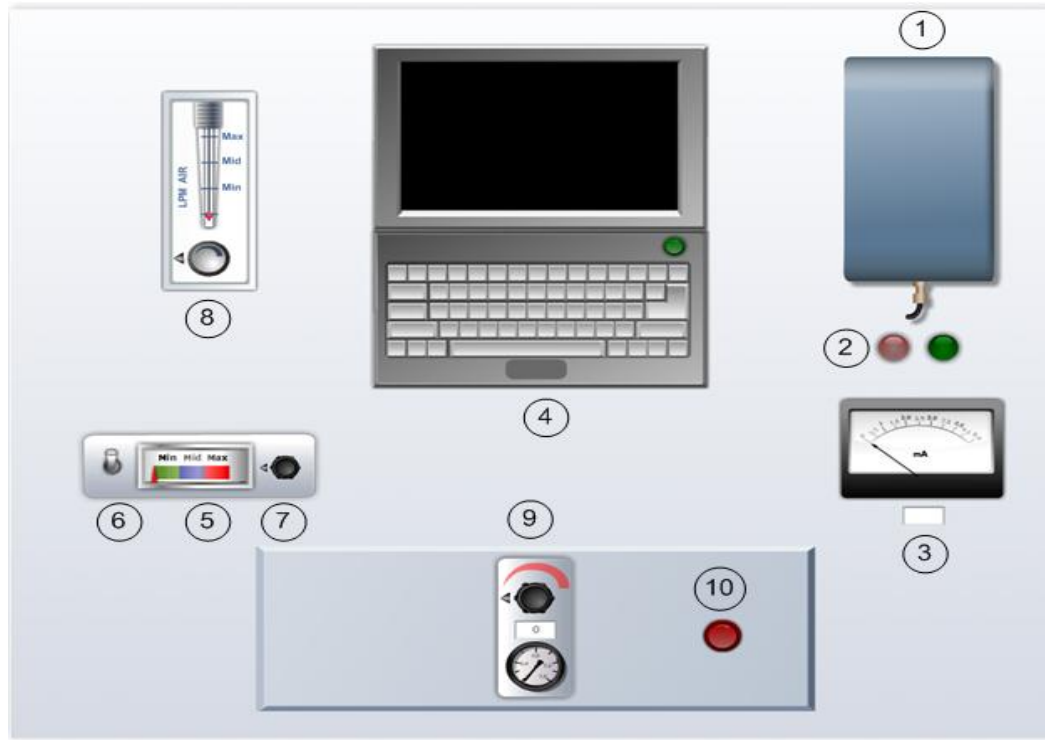


Рис. 4.4



- ротаметр 8;
- панель дистанційного керування 9;
- блок індикації 2, 3;
- кнопка увімкнення живлення на стенд 10;
- тумблер увімкнення нагріву печі 6.

Пневматичні прилади 5-7 живлять стислим повітрям із тиском 0,14 МПа через редуктор панелі дистанційного керування 9, де контролюють тиск за манометром. Блок обдуву печі 5 вмикається перемикачем 6 (необхідно клацнути мишею на кульці перемикача); інтенсивність обдуву регулюється редуктором 7 (min, mid, max). В кожному режимі обдуву рекомендовано вибрати одну з трьох витрат стислого повітря (min, mid, max) за допомогою редуктора керування на ротаметрі 8. Зміни температури відображають міліамперметр 3 (аналоговий прилад) та комп'ютер 4 (цифровий прилад). Візуальний блок індикації 2 дозволяє бачити режими нагрівання (сигнальна лампа зеленого кольору) чи охолодження (сигнальна лампа червоного кольору) печі.

Заходи безпеки під час виконання лабораторної роботи

Заходи безпеки, яких треба дотримуватись при виконанні лабораторної роботи «Аналогово-цифрові та цифро-аналогові перетворювачі сигналів» наведені у Додатку 1.

Послідовність виконання роботи

1. Ознайомитися з лабораторною установкою.
2. Подати електричне живлення на стенд за допомогою кнопки 10 (червоний колір кнопки вказує, що живлення подано).
3. Повертаючи ручку редуктора блока живлення 9  за годинниковою стрілкою, встановити тиск стисненого повітря на рівні 0,14МПа.
4. Увімкнути комп'ютер 4 за допомогою кнопки, яка знаходиться у правому верхньому куті клавіатури.
5. Встановити подачу стисненого повітря на охолодження печі за допомогою редуктора керування  на ротаметрі 8 (min, mid, max)¹.
6. Встановити рівень нагріву печі (min, mid, max)¹.
7. Увімкнути нагрів печі тумблером 6.
8. Одразу після увімкнення нагріву запустити програму перетворення сигналу температури в печі за допомогою кнопки «Пуск» на моніторі комп'ютера 4. Результати автоматично заносяться до бази даних, перегляд якої можна здійснити за допомогою кнопки «Показати все значення».
9. Дослідити процес нагріву печі.
10. Вимкнути нагрів печі тумблером 6 та записати результати вимірювань при охолодженні печі.

Обробка та аналіз результатів. Оформлення звіту

Використовуючи значення, занесені до бази даних, перегляд якої здійснюється шляхом натискання на кнопку «Показати все значення», побудувати за допомогою MS Excel перехідні характеристики нагріву та охолодження печі.

У звіт про виконану роботу слід включити:

- тему та мету роботи;
- короткі теоретичні відомості;
- опис та схеми АЦП/ЦАП;
- опис лабораторної установки та методику проведення вимірювань;
- таблиці отриманих результатів;
- перехідні характеристики нагріву та охолодження печі;
- аналіз отриманих результатів та основні висновки.

¹ За вказівкою викладача

Контрольні запитання

1. Місце та мета використання аналогово-цифрових та цифро аналогових перетворювачів сигналів у структурі систем автоматизації технологічних процесів.
2. Порядок отримання перехідної характеристики експериментальним шляхом.
3. Принцип дії та будова цифро аналогового перетворювача.
4. Принцип дії та будова АЦП послідовного наближення.
5. Принцип дії та будова АЦП паралельного типу.
6. Джерела виникнення похибок цифро аналогових перетворювача.
7. Джерела виникнення похибок в аналогово-цифрових перетворювачах послідовного та паралельного типів.

Лабораторна робота № 5

Середовище оперативного керування системи EXPERION PKS. Інтерфейс користувача

Мета та основні завдання роботи: дослідити середовище оперативного керування та архітектури системи Experion PKS. Набути досвіду роботи із базою знань про процес, контролером C200, сервером Experion PKS, станцією Experion PKS.

Основні теоретичні відомості

База знань про процес - вихід за рамки розподіленого управління. База знань про процес системи Experion PKS розширює роль розподіленого управління, по відношенню до всіх найбільш важливих завдань виробничого процесу таким чином, щоб спростити поширення знань та полегшити управління процесом.

Experion PKS пропонує оперативному персоналу технології в області автоматизації. Experion PKS включає в себе інструментарій прийняття рішень та діагности, що заснований на базі знань.

Такий системний підхід об'єднує управління бізнесом, процесом, роботою обладнання та безпекою для: спрощення отримання знань, їх сприйняття та оптимізації робочих процесів з метою прискорення впровадження нововведень.

Архітектура Experion PKS. Система Experion PKS являє собою уніфіковану, об'єднану архітектуру з найсучаснішими можливостями розподілених систем управління (PCU), які включають технології Abnormal Situation Management (ASM) - управління нештатними ситуаціями, управління захистом і блокуваннями та управління інформацією. Experion PKS має устаткування для роботи з пристроями FOUNDATION* Fieldbus, Profibus, DeviceNet, LON, ControlNet і Interbus.

Опції розподіленого управління системи Experion PKS включають повністю безперервне, логічне, послідовне управління та об'єктно-орієнтоване середовище, що базується на повністю резервованих контролерах.

Experion PKS дозволяє виготовити потрібний продукт у потрібний час, оптимізувати і автоматизувати процес, поліпшити ефективність використання робочих ресурсів та їх наявність, й в той же час зменшити кількість нещасних випадків.

Experion PKS включає інтегровані апаратно-програмні рішення в залежності від потреб даного об'єкта. На рис. 5.1 показані основні елементи, які можна використовувати в архітектурі Experion PKS. Дана архітектура є масштабованою і не всі елементи потрібні для конкретного застосування.

Сервер Experion PKS. Для забезпечення роботи системи Experion PKS потрібен один або більше серверів. Вбудовані функції сервера також доступні у вигляді опцій, які "включаються" за необхідністю. Вбудовані функції сервера включають такі технічні можливості як:

- Резервування серверів - оперативне синхронізоване дублювання, яке забезпечує високу готовність управління процесом.
- Відмовостійка мережа Ethernet (FTE) - використовується загальнодоступне мережеве обладнання, що дозволяє мережі Ethernet виконувати функції «мережі РСУ».

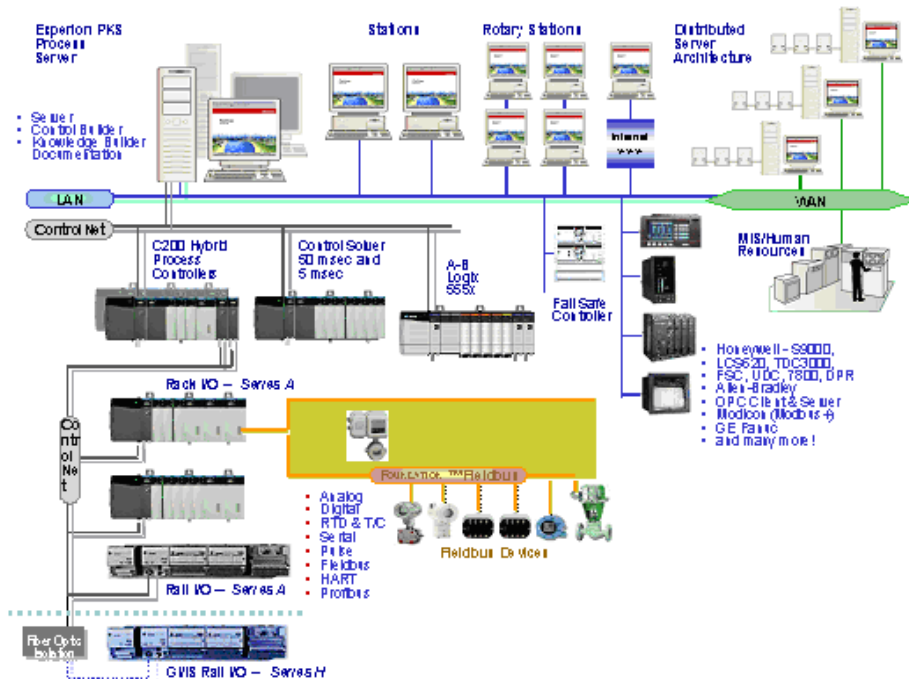


Рис 5.1. Приклад архітектури Experion PKS

- Архітектура розподілених систем (DSA), яка поєднує різні системи в єдине ціле.
- Інтеграція систем Honeywell (TDC 2000, TDC 3000, TPS і FSC повністю інтегровані в систему Experion PKS).
- Опції OPC: сервер Experion PKS може надавати дані, аварійні повідомлення та інші події OPC клієнтам або він може бути клієнтом для інших OPC серверів.
- Інтерфейси SCADA дозволяють зв'язати наявні численні інтерфейси віддалених терміналів, ПЛК та інші пристрої з системою управління.
- Experion PKS забезпечує додаткові функції (наприклад, підтримка «електронного підпису» та ін.).
- Аварійний пейджер - відправляє аварійні повідомлення прямо на пейджери обслуговуючого персоналу, електронну пошту, тощо.

- Можливість модернізації програмного забезпечення сервера з поточного релізу на наступний реліз, не вимикаючи систему Experion PKS.
- Відкритий доступ до даних - функція відкритого доступу до баз даних (Open Data Access) потрібна, коли необхідно відіслати дані, наприклад, в електронні таблиці чи бази даних.

Сервер є обов'язковим компонентом системи Experion PKS. Один сервер може підтримувати від 20 до 64000 точок. Визначення та види точок подано нижче. Сервер містить функції супервізорного управління та може резервуватися. Сервер містить об'єктно-орієнтовані графічні засоби, такі як Control Builder і Display Builder і працює як центральне сховище даних для всієї системи. Він також виконує всі функції ядра системи, включаючи: збір та обробку даних, роботу з аварійною сигналізацією та подіями, збір даних історії процесу, архівування і побудова трендів, підсистему складання звітів, рівні доступу з пароллями, програми фахівців та користувачів.

Станція Experion. Станція Experion забезпечує робочої платформи, необхідну підприємствам в даний час. Усі типи станцій Experion використовують єдиний операторський інтерфейс та спільно використовують доступний набір функціональних можливостей для спільної роботи незалежно від вузла.

При цьому є декілька типів станцій Experion: Станція Experion - Flex (ES-F), Станція Experion - Console (ES-C), Станція Experion - Console Extension (ES-CE), Станція Experion - TPS (ES-T). Також є бездротова станція (Мобільна станція PKS). Наприклад, станція ES-F (рис. 5.2) є універсальним операторським інтерфейсом. Вона використовує зв'язок клієнт-сервер для представлення даних процесу оператору, також може використовуватися в будь-якому місці за наявності зв'язку із сервером (або резервованим сервером), за допомогою Ethernet, бездротового зв'язку або віддаленого доступу.

При конфігуруванні станції ES-F користувач може вибрати методи підключення:

- Статичний, який забезпечує постійну виділену лінію до певної станції ES-F. Цей тип з'єднання рекомендується використовувати для безперервної роботи.

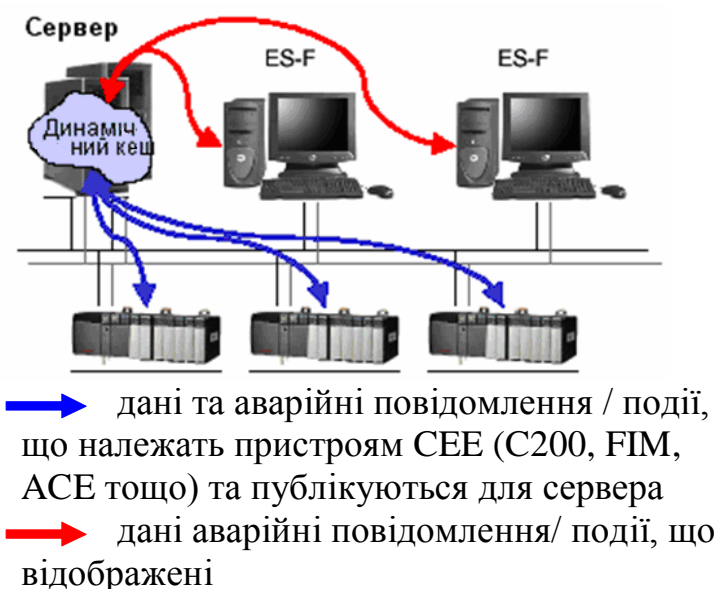


Рис. 5.2. Станція Experion – Flex

- Ротаційний - забезпечує з'єднання "за необхідності" до станції ES-F. Цей тип зв'язку рекомендується для персоналу, якому не потрібен безперервний доступ до системи.

Ротаційні станції також дозволяють використовувати інтерфейс станції Experion або Microsoft Internet Explorer (IE), який може використати звичні програми для взаємодії з процесом. При використанні Internet Explorer застосовуються всі механізми захисту виробничого процесу від несанкціонованих змін станції Experion.

Загальні характеристики станцій Experion

Інтерфейс людина-машина (HMI) Experion PKS використовує технологію Honeywell HMIWeb - архітектуру, засновану на інтернет-технологіях, яка дозволяє об'єднати інтерфейс HMI, дані додатків та комерційну інформацію. HMIWeb використовує технологію операторського інтерфейсу Honeywell, у якій в якості основного формату дисплеїв (екранів) використовується HTML для забезпечення доступу до графічних мнемосхем процесу з безпечного середовища станції Experion або безпосередньо з Microsoft Internet Explorer. Забезпечена повна підтримка форматів файлів дисплеїв ранніх версій Experion PKS - PlantScape.

Інтерфейс HMI станції Experion передбачає сучасну об'єктно-орієнтовану графіку. Використання промислових стандартів, таких як Microsoft Windows 2000 і XP, Ethernet, HTML та Інтернет мінімізує час навчання оператора у знайомому робочому середовищі.

У станції HMIWeb широко використовуються конфігуровані користувачем контекстні меню та панелі інструментів, що забезпечують просту інтуїтивну навігацію та швидкий доступ до необхідних даних процесу.

Зручність операторського інтерфейсу розширено завдяки наступних функцій: список недавно використовуваних команд, копіювання і вставка, інтеграція відео, підтримка ActiveX, сценаріїв, запуск програм та підтримка стандартних зовнішніх пристроїв (звукові карти, сенсорні екрани, багатомоніторні відео карти, кульові покажчики).

Критична інформація передається з використанням спеціальних сигналізаторів аварійних повідомлень, системи подій та повідомлень оператор/ контролер.

Спеціалізований рядок аварійних повідомлень у нижній частині мнемосхеми постійно відображає останнє (або найстарше) непідтверджене аварійне повідомлення з найвищим пріоритетом.

Станція Experion може бути налаштована на відображення відповідного робочого середовища для оператора, виробничого майданчика або компанії. Є можливість додавати або модифікувати панелі інструментів, меню та гарячі клавіші станції Experion.

Опис структури вікна Станції (рис. 5.3). Поточний екран займає найбільший простір вікна Станції. Інші частини, розташовані зверху та знизу

від екрану, містять інструменти і елементи керування для моніторингу та управління системою.

Опис елементів вікна станції подано у додатку 3.

Моніторинг стану системи

Екран стану системи (System Status) надає докладну інформацію про компоненти апаратного забезпечення системи.

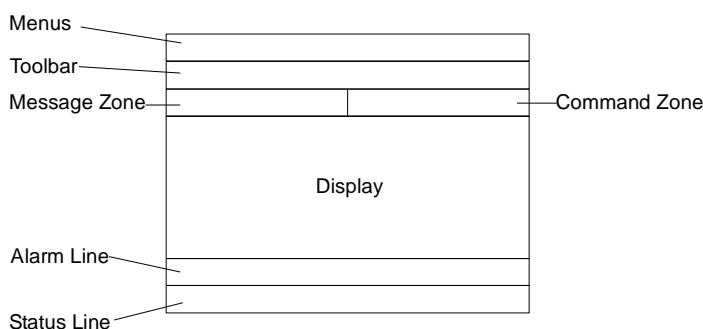


Рис. 5.3. Структура вікна Станції

Моніторинг стану контролерів. Зкладка Controllers (Контролери) на екрані System Status показує стан кожного контролера; на ній виведено ім'я контролера, тип, стан та інформація про те, який з каналів задіяний та чи підключений він. Приклад вікна показано на рис. 5.4.

Enable	A	B	Controller	Channel	ControllerID	Hiway	ErrorCode	Link A	Link B
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	0	0	A			
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	0	0	A			
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	0	0	A			
4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AB	4	8	A		Failed	
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	oilgas	3	299	A		Disabled	
6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pharm	3	299	A		Disabled	
7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mine	3	299	A		Disabled	
8	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	util	3	299	A		OK	
9	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	chem	3	299	A		OK	
10	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	CNTUSE2	1	251	A		Marginal	
11	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	eSp	3	299	A		OK	
12	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	CNTTDC1	5	1	A	A80	OK	OK
13	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	CNTS901	6	0	A		Failed	
14	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	CNTXLN1	7	15	A		OK	
15	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	0	0	A			
16	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	0	0	A			
17	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	0	0	A			
18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	0	0	A			
19	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	0	0	A			
20	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	0	0	A			

Рис. 5.4. Вікно стану контролерів

Для перегляду стану контролера необхідно вибрати View> System Status> Controller.

Моніторинг стану станції. Зкладка Stations на екрані System Status показує статус кожної станції. Екран показує ім'я станції, тип клавіатури та статус (рис. 5.5). Для перегляду стану станції слід вибрати View> System Status> Stations.

Створення рапортів. Звіти використовуються для подання історичної інформації у різному вигляді. Наприклад, один рапорт може містити графіки зміни критичних параметрів системи за останній тиждень, в той час як в іншому може перераховуватися наявне обладнання. Залежно від конфігурації рапорту, він може виводитися на принтер, відображатися на екрані або

зберігатися у файлі. Для перегляду списку рапортів та архівів історії необхідно вибрати Action> Request Report.

The screenshot shows the 'System Status' window with the 'Stations' tab selected. The table displays the following data:

Station	Type	Status	Operator
1	STNSTA1	12 tn key	OK
2	STNR0T1	12 tn key	OK
3	STNR0T2	12 tn key	Offline
4	STNR0T3	12 tn key	Failed
5	STNR0T4	12 tn key	Failed
6	STNR0T5	12 tn key	Failed
7	STNR0T6	12 tn key	Failed
8	STATIC2	12 tn key	Failed
9	STNSTA2	12 tn key	Failed
10	-	.....	Failed
11	-	.....	Failed
12	-	.....	Not Built
13	-	.....	Failed
14	-	.....	Failed
15	-	.....	Failed
16	-	.....	Failed
17	-	.....	Failed
18	-	.....	Not Built
19	-	.....	Failed
20	-	.....	Failed

Рис. 5.5. Моніторинг стану станції

Приклади рапортів. Alarm and Event (аварійна сигналізація та подія) - описує аварійну сигналізацію та події, що сталися протягом певного періоду часу.

Alarm Duration (Тривалість стану аварійної сигналізації) - описує тривалість знаходження точок у стані аварійної сигналізації.

Cross Reference (Перехресне посилання) - описує, де вказані точки, що використовуються в системі. Наприклад, у мнемосхемі користувача, рапортах, алгоритмах тощо.

History Archive (Архів історії) - створює архів історії точки. При цьому не генерується інформація у текстовому вигляді.

Point Attribute (Атрибут точки) - описує всі точки з певними атрибутами, такими як "off scan" (виведена із сканування) або "alarm inhibited" (аварійна сигналізація заборонена), або точки, що знаходяться у певному стані.

Sequence of Events (Послідовність подій) - описує зміну значень параметра точки у часі. Рапорт доступний тільки для точок, пов'язаних з певними контролерами.

Standard Report (Стандартний рапорт) - роздруковує текстовий екран; використовується тільки для сумісності із застарілими версіями Experion PKS.

Моніторинг стану каналів. Канали являють собою фізичні лінії зв'язку (коаксіальний кабель між сервером і одним або більше контролерами).

Закладка Channels (Канали) на екрані стану системи показує статус кожного комунікаційного каналу: назву каналу, тип, статус і чи є канал активним (рис. 5.6).

Для перегляду стану каналів необхідно Вибрати View> System Status> Channels.

	Enable A	B	Channel	Type	Hiway	Link A	Link B
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	CHNUSE1	Database	A	● Disabled	
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-		A		
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Demo	Database	A	● OK	
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ABCN	ABrly PLC	A	● Failed	● OK
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	CHNTDC1	TDC Hiway	A	● Marginal	● Disabled
6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	CHNS901	Series9000	A	● Failed	
7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	CHNXLN1	XLNET	A	● Disabled	
8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-		A		
9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-		A		
10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-		A		
11	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-		A		
12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-		A		
13	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-		A		
14	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-		A		
15	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-		A		
16	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-		A		
17	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-		A		
18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-		A		
19	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-		A		
20	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-		A		

Рис. 5.6 – Приклад моніторингу стану каналів

Можна переглянути більш докладну інформацію про канал, клацнувши по ньому. При цьому відобразиться статистика помилок та контрольні значення, які показують справність або несправність каналу. Якщо канал несправний, можна вимкнути його, знявши прапорець «галочка» в елементі вибору Enable.

Супервізорне Управління. Поняття "Супервізорне Управління" означає управління, що здійснюється з вищого ієрархічного рівня, ніж у контролера.

Незалежно від того, виконується воно оператором чи програмою, супервізорне управління здійснюється за допомогою зміни значень у контролерах, пов'язаних з процесом. Зазвичай управління процесом здійснюється внутрішньою логікою контролерів.

Рис. 5.7 і процедура нижче показують, як здійснюється супервізорне управління:

1. Нове значення вводиться оператором (ручний режим) або програмою (автоматичний режим).

2. Сервер пересилає нове значення у контролер.

3. Контролер передає керуючий вплив зовнішнім приладам.

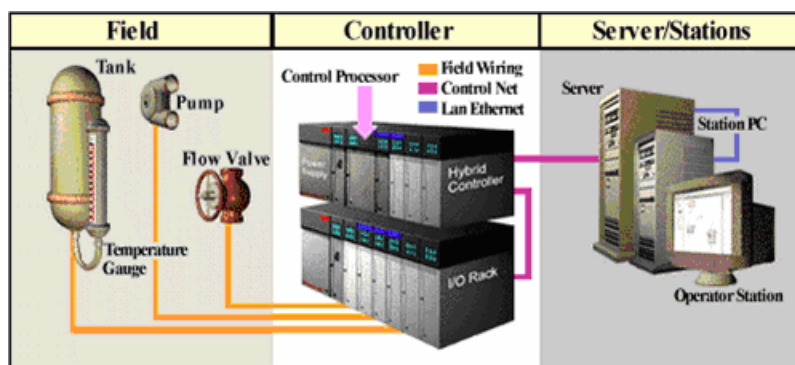


Рис. 5.7. Процес супервізорного управління

Контролер середовища оперативного управління Experion PKS. Контролер середовища оперативного управління системи Experion PKS має

відкриту архітектуру, що дозволяє інтегрувати його з існуючими контролерами Honeywell, пристроями та іншими контролерами.

Середовище оперативного управління (CEE - Control Execution Environment) є ядром контролера та забезпечує сконфігуроване середовище оперативного управління. Це робить виконання програми управління детермінованим, послідовним та надійним.

Єдиний інструментарій побудови точок та конфігурації, будівник Control Builder, дозволяє робити комплексне конфігурування програми. CEE пропонує спеціально розроблені функціональні блоки, що покривають весь спектр задач з управління безперервними процесами, циклічними процесами, дискретними операціями та прикладними завданнями управління обладнанням. Система Experion PKS має для контролера управління процесом C200 середу управління прикладними завданнями (ACE - Application Control Environment). Система також підтримує середу управління моделюванням (SCE - Simulation Control Environment), що забезпечує повне моделювання системи на ПК без необхідності підключення контролера та процесу.

Контролер C200 складається з шасі, модуля зв'язку ControlNet, модуля процесора. У склад контролера може бути включений модуль резервування (рис. 5.8). Вузол середовища управління прикладними завданнями розміщується на платформі ПК на рівні серверу. Контролер C200 - це компактний та економічний пристрій, розташований поряд з процесом та має безпосереднє підключення до процесу через свої входи/ виходи. Він використовується для рішення комплексних завдань управління, швидкої логіки, послідовного та циклічного управління. Вузол середовища управління прикладними завданнями може використовуватись для супервізорного контролю та управління, а також для інтеграції з системами управління інших об'єктів.

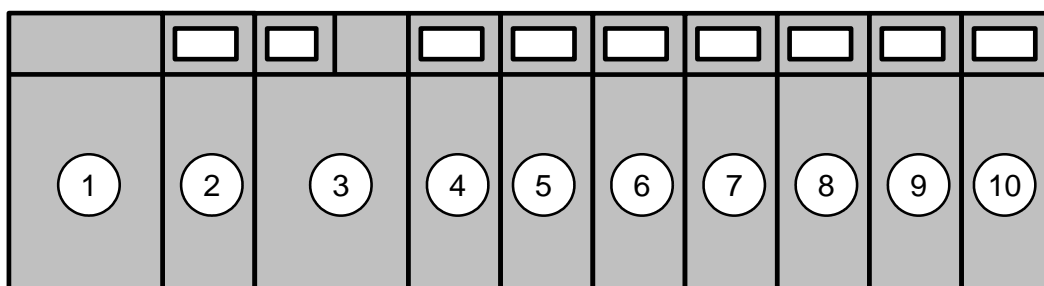


Рис. 5.8. Спрощена схема контролера C200

1- модуль живлення; 2 – модуль Ethernet; 3 – модуль процесора;
4 ÷ 10 – модулі входу/ виходу.

В системі Experion PKS користувач виконує її конфігурування, а не будує з самого початку. Більшість промислових завдань управління вимагають цілу низку спільних елементів типа протоколів зв'язку та алгоритмів керування. Система Experion PKS включає такі елементи у стандартному операційному середовищі, дозволяючи користувачу концентруватися на прикладних

завданнях, а не на системі. Функції управління забезпечуються бібліотечними елементами блокового типу - функціональними блоками (FB). Стратегії управління легко будуються за допомогою єдиного спеціалізованого інженерного інструментарію, що називається Control Builder (будівник стратегій управління). Як тільки стратегії управління побудовані, вони можуть бути завантажені та їх виконання можна відстежувати, використовуючи будівник Control Builder.

Широкий діапазон функцій контролера Experion PKS включає:

1. Контролер управління процесом для комплексних та дискретних задач управління: модуль процесора, варіанти резервованої та нерезервованої конфігурації, середовище оперативного управління з базовим часом обробки (50 або 5 мс); сімейство модулів входів/ виходів з можливістю встановлення віддалених панелей входів / виходів; інтеграція входів/ виходів Honeywell Process Manager; набір вибухобезпечних входів/ виходів з гальванічною розв'язкою, що задовольняють вимогам роботи у небезпечних середовищах; економне сімейство входів / виходів; інтеграцію програмованих логічних контролерів Allen-Bradley PLC5 і Logix 5550; інтеграцію пристроїв FOUNDATION Fieldbus, HART і Profibus.

2. Середовище супервізорного контролю та управління на базі ПК: середовище управління прикладними завданнями, що базується на Windows 2000 Server; середовище оперативного управління з базовим часом обробки 500 мс; використання бібліотек функціональних блоків; інтеграцію доступу до OPC даних.

3. Систему моделювання процесу: моделювання роботи системи Experion PKS, середовища управління на ПК без підключення апаратного забезпечення контролера, а також підтримку функцій Honeywell ShadowPlant.

4. Програмне забезпечення Experion PKS: супервізорне програмне забезпечення з функціями типу динамічного кешування, управління аварійною сигналізацією та подіями, рапортами і ще багатьма іншими функціями; Control Builder (будівник стратегій управління) з бібліотеками функцій управління для побудови точок процесу; HMIWeb Builder (будівник мнемосхем) - HTML інструментарій для створення операторських мнемосхем; Knowledge Builder (система бази знань) - HTML документація в режимі онлайн; утиліти конфігурації системи та діагностики.

5. Мережі управління процесом: ControlNet – резервоване високонадійне середовище передачі даних; Ethernet.

Супервізорная система Experion PKS інтегрована з архітектурою контролера середовища оперативного управління. Ця інтеграція включає:

- Об'єднану базу даних, яка включає інформацію як про середовище управління, так і про сервер Experion PKS.
- Об'єднану базу аварійних сигналізацій та подій.

База даних реального часу. Це важлива частина програмного забезпечення сервера Experion PKS. У базі зберігається наступна інформація: отримані (оперативні) дані, історія процесу, аварійні повідомлення та події, дані про стан системи, дані конфігурації, дані, визначені користувачем.

Дані, що знаходяться в оперативній пам'яті періодично записуються на жорсткий диск (запис контрольної точки).

Програмне забезпечення сервера Experion PKS складається з ряду функціональних підсистем та показано на рис. 5.9.

Підсистема

Управління керує усіма запланованими завданнями сервера, такими як запити на оновлення даних на мнемосхемах, запити планових рапортів, відстеження сторожових таймерів програм користувача.



Рис. 5.9. Підсистеми серверу

Підсистема

інтерфейсу

користувача

призначена для станцій, підключених до сервера та обробляє запити клавіатури, записує дані на станцію та зчитує раніше введені дані.

Підсистема збору даних процесу та управління керує динамічним кешем даних для оновлення мнемосхем, історії, зовнішніх програм для пристроїв СЕЕ), таких як контролер С200, та АСЕ. Підсистема дозволяє зчитувати не всі дані з контролера С200 (та інших пристроїв середовища оперативного управління), а тільки за потреби користувача.

Збір даних та управління для пристроїв SCADA також виробляються цією підсистемою. При завантаженні точок у сервер за допомогою Quick Builder проводиться побудова таблиць сканування, що визначають, як дані зчитуються. Сервер опитує пристрої (видалені термінали, ПЛК тощо) з певною періодичністю. Залежно від інтерфейсу застосовуються різні механізми сканування, наприклад, рапорт по зміні тощо.

Підсистема збору історичних даних складається з трьох архівних класів: стандартна історія, швидка історія та розширена історія.

Опції архівування включають можливість зберігати архіви на жорсткому диску сервера, переміщати архів на інший диск після закінчення зазначеного часу або вдаляти архів після закінчення зазначеного часу. Історичні дані можна використовувати для трендів, дисплеїв користувача, рапортів, прикладних програм, електронних таблиць, баз даних ODBC.

Підсистема аварійних сигналізації та подій. Кожному конфігурованому аварійному поведомленню може присвоюватися пріоритет: Journal (журнал), Low (низький), High (високий), Urgent (аварійний).

Сигналам можуть також присвоюватися підпріоритети від 0 до 15 для диференціації аварійної сигналізації.

Підсистема звітів (рапортів) призначена для створення рапортів зі списку стандартних та додаткових рапортів. Ця підсистема дозволяє конфігурувати час формування рапортів - за вимогою у заздалегідь зазначений час.

Підсистема резервування призначена для перемикання на резервний сервер у разі збою основного або керуючого сервера.

Підсистема конфігурування. База даних реального часу управляє конфігураційною інформацією, завантаженою Control Builder і Quick Builder.

Опис точок. Під терміном точка (point) розуміють деяке зібрання інформації про конкретну частину системи. Наприклад, точка, що описує такий простий пристрій, як звичайний вимикач (включений або виключений), буде включати в себе: ідентифікатор (ID), ім'я, поточний стан (включений або виключений), шуканий стан (має сенс, коли є можливість управляти точкою).

Типи точок:

- Акумулятор (Accumulator) - використовується для підрахунку подій, таких, як число оборотів двигуна.
- Аналогова (Analog) являє безперервну змінну параметра (температура, тиск).
- Керуючий процесор (Control Processor) - це спеціалізований тип точки, який конфігурується в залежності від потреб системи.
- Точка стану - представляє пристрій з обмеженим набором станів (двигун - включений /виключений).

PV (process variable - змінна процесу) - поточне значення або стан точки. Якщо аналогова точка представляє, наприклад, температуру бойлера, то PV є поточним значенням температури.

SP (set point - задане значення, уставка) - використовується для аналогових точок.

OP (output value - вихідне значення) - використовується тільки для аналогових точок та точок стану. Для аналогової точки OP виражається у вигляді відсотка від її повного значення, а для точки стану, OP має вісім можливих значень (від 0 до 7). Для перетворення OP у PV використовується формула або таблиця калібрування.

MD (mode - режим) - використовується тільки для аналогових точок і точок стану. MD показує спосіб, яким керується точка - Manual (ручний) або Automatic (автоматичний).

Опис параметрів точки. Параметром називається кожен елемент інформації про точку.

Екран деталювання точки показує поточне значення кожного параметра конкретної точки. Більшість екранів деталювання точки мають стандартний інтерфейс, приклад якого наведено на рис. 5.10.

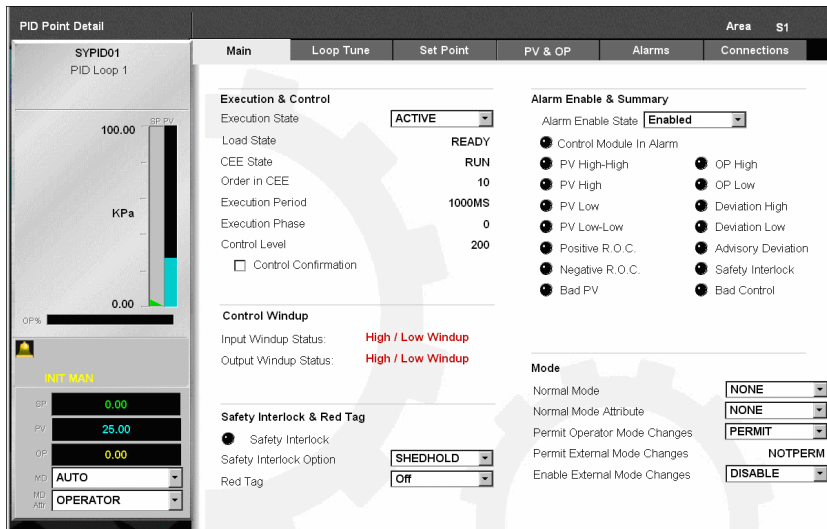


Рис. 5.10. Екран деталювання точки

Головне вікно виглядає як панель управління; на неї виведені основні параметри, такі як PV, MD тощо.

Інші параметри показані праворуч від головного вікна, вони згруповані у відповідності із закладками. Наприклад, для того щоб побачити параметри, пов'язані з

аварійною сигналізацією, необхідно клацнути мишею по закладці Alarms.

Для виклику екрану деталювання точки, асоційованої з об'єктом екрану, необхідно:

- Клацнути мишею по об'єкту екрану, щоб активувати його.
- На панелі інструментів клацнути мишею по кнопці Detail, що приведе до виклику асоційованого екрану деталювання точки.
- Для виклику екрану деталювання точки з рядка аварійних повідомлень необхідно клацнути мишею по кнопці Detail на панелі інструментів.
- Для виклику екрану деталювання точки, ідентифікатор якої відомий, необхідно набрати ID або його частину в командній зоні (Command Zone) та клацнути мишею по кнопці Detail на панелі інструментів.

Опис лабораторної установки

Схема лабораторної установки наведена на рис. 5.11.

До складу установки входять: контролер C200 Honeywell, сервер з програмним забезпеченням Experion PKS, робоча станція, технологічний об'єкт керування (ТОК).

ТОК являє собою ємність з двома вхідними потоками речовини та одним вихідним (рис. 5.12).

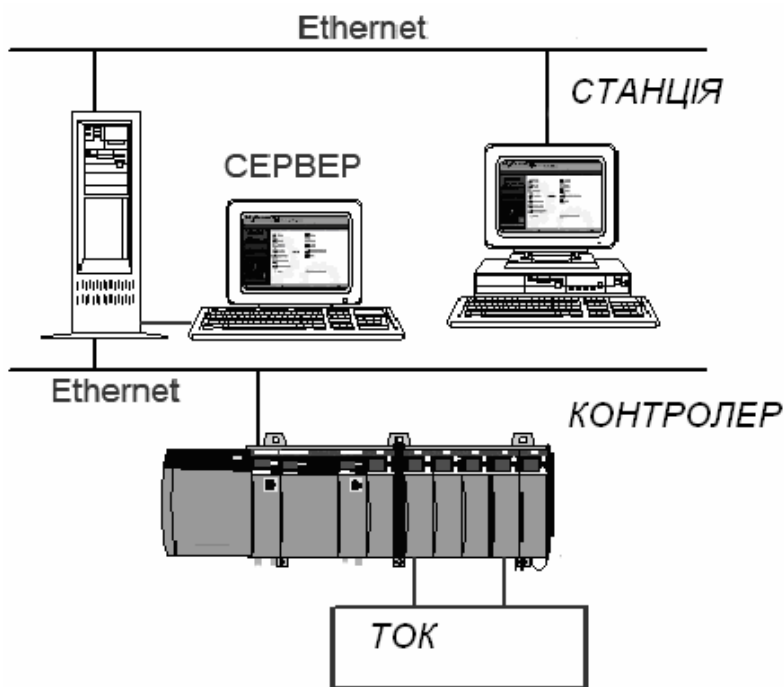


Рис. 5.11. Схема лабораторної установки

Витрата речовин А і В імітується струмом, який встановлюється за допомогою змінних резисторів у входному ланцюзі контролера. Сигнали входного ланцюга змінюються у стандартному діапазоні 4÷20 мА. Електричний ланцюг на вході у контролер містить наступні елементи: блок живлення 24 В (1), змінні (3) та постійні (4) резистори, міліамперметр (5) та модуль аналогового входу (2) (рис. 5.13).

Вихідний сигнал з контролера подається на амперметр через погоджувальний резистор R (рис. 5.14).

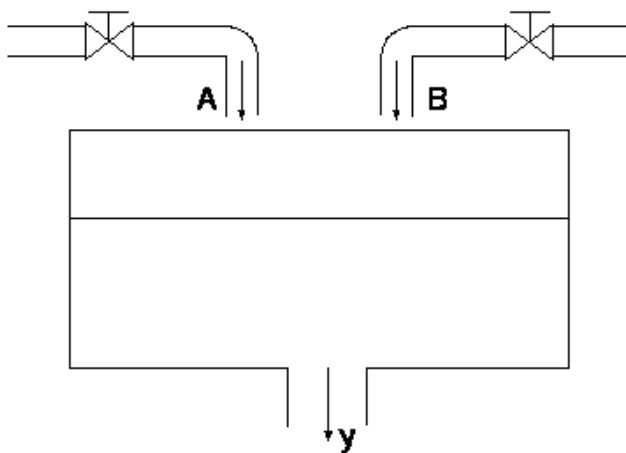


Рис. 5.12

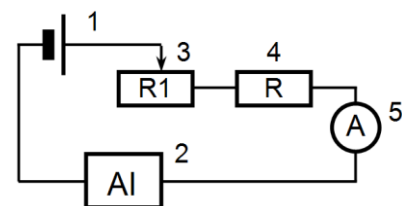


Рис. 5.13. Схема електричного ланцюга на вході у контролер

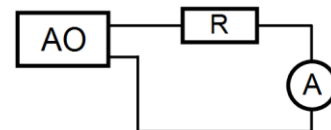


Рис. 5.14. Схема електричного ланцюга на виході з контролеру

Заходи безпеки під час виконання лабораторної роботи

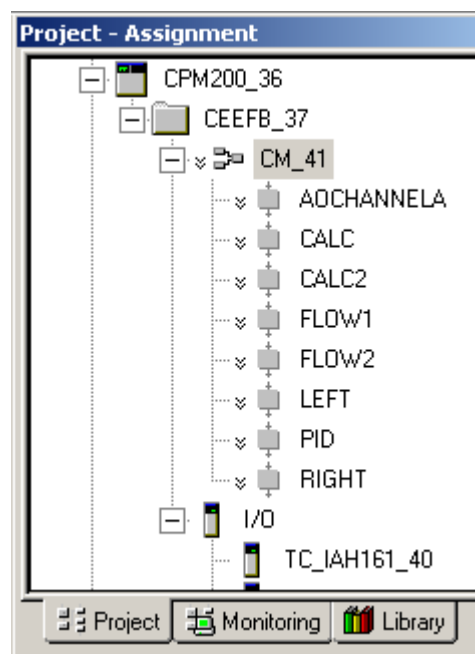
Заходи безпеки, яких треба дотримуватись при виконанні даної лабораторної роботи наведені у Додатку 1.

Послідовність виконання роботи

1. Завантажити ПЗ Experion PKS, для чого виконати наступні дії:
 - 1.1 Під час завантаження сервера вибрати операційну систему Windows 2000 Advanced Server.
 - 1.2. Ввести ім'я користувача (логін) та пароль.
2. Перейти у меню Control Builder: "Start" -> "Programs" -> "Experion PKS" -> "Engineering Tools" -> "Control Builder".
3. У вікні «Login Information» задати ім'я користувача, пароль, ім'я сервера та доменне ім'я.
4. У вікні «Project - Assignment» розгорнути список «Root» -> «CPM200_36» -> «CEEFB_37» та клацнути двічі лівою кнопкою миші по «CM_41».
5. Список «CM_41» містить наступні функціональні блоки (FB):

- AOCHANNELA,
- CALC,
- CALC2,
- FLOW1,
- FLOW2,
- LEFT,
- PID,
- RIGHT.

Ці ж блоки розташовані у вигляді схеми у вікні «CM_41 [Project]».



При необхідності можна скористатися довідковою службою Experion PKS - Knowledge Builder. Піктограма Knowledge Builder знаходиться на робочому столі Windows. Knowledge Builder являє собою вікно браузера Internet Explorer, розділене на дві частини: ліворуч - панель з чотирма вкладками «Contents», «Search» («Пошук»), «Favorites» («Вибране»), «Options» («Налаштування»); справа - панель з інформацією, яка відповідає обраному пункту.

Вкладка «Зміст» («Contents») містить два розділи:

- 1) «Knowledge Builder Tools 4» з довідковою інформацією про саму програму Knowledge Builder;
- 2) «Experion PKS R100» - основний розділ, що містить детальну довідкову інформацію про Experion PKS.

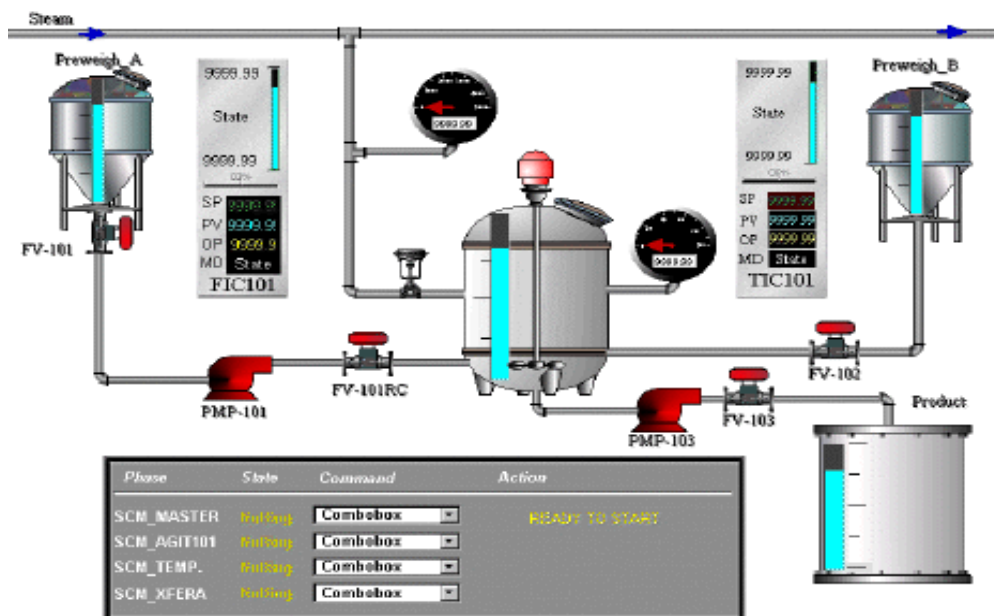
6. Завантаження ПЗ Станції: "Start" -> "Programs" -> "Experion PKS" -> "Engineering Tools" -> "Station". Відкриється вікно «Station - Default» із заставкою Experion PKS.

7. Перейти за посиланням «Enter System Menu». Відкриється системне (головне) меню Станції, що складається з трьох розділів.

8. Дослідити зміст розділу «General Monitoring and Control», зокрема, наступні пункти:

- Аварійні повідомлення «Alarms»
- Події «Events»,
- Екрани «Displays». Знайти екран, показаний нижче;

Date & Time	Area	Source	Condition	Priority	Description	Value	Un.
25.05.2009 16:46:52	System	CPM200_36	OK	L00	Connection ESTABLISHED		
25.05.2009 16:41:21	System	CPM200_36	OFFNET	U15	Connection FAILED		
25.05.2009 16:41:19	System	CONMOD1	COMMS	U00	CONTROLLER_3		Failed
25.05.2009 16:41:19	System	CHAMOD1	COMMS	U00	CHANNEL_3		Failed
27.04.2009 12:07:38	System	CPM200_36	OK	L00	Connection ESTABLISHED		
27.04.2009 12:06:49	System	NDM	COMMS	H00	Intermittent Comm Failure		

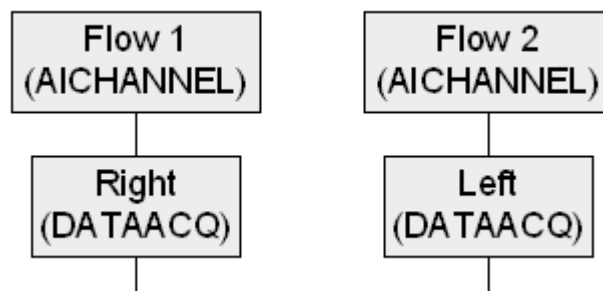


- Групи «Groups»;
- Тренди «Trends»;
- Звіти «Reports»;
- Стан системи «System status»;
- Блокнот «Message Pad», пошук «Search», допомога «Help».

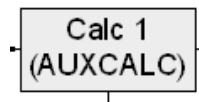
9. Дослідити елементи розділу *Додаткові параметри «Options»*, зокрема:

- Повідомлення «Messages»;

- Послідовність подій «Sequence Of Events»;
 - Менеджер цифрового відео «Digital Video Manager».
10. Дослідити елементи розділу **Основні налаштування та підтримка системи** «General Setup and Maintenance», зокрема пункт конфігурація системи «System Configuration». Ознайомитися з підрозділами цього пункту.
11. Увімкнути контролер за допомогою тумблера на блоці живлення контролеру.
12. Сконфігурувати функціональні блоки (FB), як показано нижче:



13. Згідно з індивідуальним завданням встановити витрати рідини потенціометрами R_1 і R_2 та проконтролювати ці значення за міліамперметрами 5 (рис. 5.13). Спостерігати встановлені значення у відповідному вікні Control Builder.



14. Використовуючи блок **Calc 1 (AUXCALC)**, перерахувати значення струму у значення витрат згідно градуовальної таблиці, виданої викладачем.
15. Результати імітаційного експерименту занести у протокол.

Обробка та аналіз результатів. Оформлення звіту

У звіт про виконану роботу слід включити:

- тему та мету роботи;
- короткі теоретичні відомості;
- опис лабораторної установки та методика проведення досліджень;
- занотувати результати досліджень за п. 8-10;
- занести у протокол скріншоти за результатами виконання п. 13-14;
- аналіз отриманих результатів та основні висновки.

Контрольні запитання

1. Будова контролеру Honeywell C200.
2. Поняття супервізорного управління.
3. Основні складові Experion PKS.
4. Функції підсистеми Сервера.
5. Призначення Knowledge Builder.
6. Будова Knowledge Builder.
7. З яких основних розділів складається системне меню Станції?

Лабораторна робота № 6

Керування технологічним об'єктом засобами мікропроцесорної техніки

Мета та основні завдання роботи: дослідити можливості застосування мікропроцесорної техніки для цифрового керування технологічним об'єктом. Дослідити середовище побудови стратегій керування Control Builder і виконати в ньому конфігурування системи керування заданим об'єктом з використанням основних блоків Control Builder.

Основні теоретичні відомості

Контролер – сукупність методичних, схемотехнічних і програмних засобів, що забезпечують вирішення завдань автоматизації і управління вимірювальними приладами, виконавчими механізмами і регулюючими органами.

Промислові контролери і комп'ютери розташовані на середньому рівні систем автоматизації, приймають цифрову інформацію, обробляють її згідно завантажених алгоритмів керування та виробляють керуючі впливи.

Контролери можуть бути спеціалізованими, розрахованими на ефективне рішення конкретної задачі, або універсальними, які можуть вирішувати різнопланові завдання відповідно до встановленого набору блоків і варіантів програмного забезпечення. Прикладом спеціалізованого контролера є контролер релейного захисту, а прикладом універсального – системи збору, обробки та передачі даних.

За способом управління контролери можна поділити на три класи: автономні, централізовані (мережеві) і комбіновані.

Автономні контролери (до 29% ринку) – це повністю закінчений пристрій, призначений для обслуговування, зазвичай, невеликої кількості користувачів (до п'ятисот). Зустрічаються найрізноманітніші варіації: контролери, вбудовані в електромагнітний замок, контролери, суміщені зі зчитуючими пристроями, і таке інше.

Мережеві контролери (до 30% ринку). До них відносять контролери, які мають можливість роботи в мережі під керуванням комп'ютера. В цьому випадку функції прийняття рішення виконує персональний комп'ютер зі встановленим спеціалізованим програмним забезпеченням. Окрім реалізації основних функцій по управлінню процесом, є можливість отримати велику кількість додаткових даних інформаційного характеру. Наприклад, отримання звітів, протоколів, графічної та довідкової інформації тощо.

Комбіновані контролери. Суміщають функції мережевих і автономних контролерів. За наявності зв'язку з керуючим комп'ютером верхнього рівня в режимі on-line, контролери працюють як мережеві пристрої, а за відсутності зв'язку - як автономні.

Контролери виготовляють або у вигляді окремих приладів, або вбудовують в промислові ЕОМ (PC-based).

У першому випадку контролери використовують як локальні автоматичні регулятори. До останнього часу роль контролерів у системах керування в основному виконували PLC (Programmable Logic Controller - програмовані логічні контролери – ПЛК) зарубіжного і вітчизняного виробництва. Найбільш популярні в нашій країні PLC таких зарубіжних виробників, як АВВ, Allen-Braidly, Honeywell, Modicon, Siemens та інші, а також вітчизняні моделі: «Ломіконт», «Реміконт», Ш-711, «Мікродат», «Емікон» та інші. ПЛК використовують при вирішенні невеликих завдань. Ці контролери прості в обслуговуванні й надійні. Використовують ПЛК в рівній мірі (72% випадків) для управління як процесами, так і механізмами, для управління рухом – у 45% випадків, для управління партіями продукції – 36%, для діагностики – 19% і в інших випадках – 6%. За технічними можливостями, які визначають рівень вирішуваних завдань, ПЛК поділяють на класи: нано-, мікро-, малі, середні і великі контролери. Спочатку вони призначалися для заміни релейно-контактних схем, зібраних на дискретних елементах, таких як реле, лічильники, таймери, елементи жорсткої логіки. Мікро ПЛК (від 16 до 128 входів/виходів) використовують у 27% випадків, ПЛК середнього розміру (від 129 до 512 входів/виходів) – у 27%, великі ПЛК (>512 входів/виходів) – 18%, контролери на базі ПК 10%, нано ПЛК (менше 15 входів/виходів) – 7%, soft-logic – 7% і вбудовані – 4%.

Контролери на базі РС (PC-based). Крім ПЛК, які мають обмежені можливості, для розв'язання складних задач керування використовують РС-сумісні промислові комп'ютери. Такі прилади використовують для вирішення складних завдань, що вимагають великих обчислювальних потужностей. Вони дорожчі й складніші в обслуговуванні, але мають ряд переваг. Важливою перевагою РС-контролерів є відкрита архітектура, що дозволяє застосовувати в автоматизованих системах керування устаткування різних виробників. Таким чином, користувач не прив'язаний до обладнання конкретного виробника. Також до переваг відносять більш розвинуті можливості зв'язку з комп'ютерами верхнього рівня. Ці контролери практично не потребують додаткових витрат на підготовку та перепідготовку персоналу. Надійність цих контролерів вища.

Зазвичай розрізняють фізичну і програмну надійність контролерів. Під фізичною надійністю розуміють здатність апаратури стійко функціонувати в умовах промислового цеху і протистояти дії її шкідливих факторів.

Під програмною надійністю розуміють здатність програмного забезпечення (ПЗ) стійко функціонувати в ситуаціях, що вимагають швидкої реакції. Програмна надійність визначається насамперед ступенем працездатності та адаптації ПЗ. Оскільки в більшості РС-контролерів використовуються комерційні широко поширені і добре відлагоджені операційні системи (Windows, Unix, Linux, QNX тощо), то вважається, що програмна надійність у них вища за PLC.

Операційні системи (ОС) контролерів повинні задовольняти не тільки вимогам відкритості, але й вимогам роботи в режимі реального часу; ОС має бути компактна і мати можливість запуску з ПЗП або флеш-пам'яті.

Розподілені керуючі системи (distributed control systems DCS) – є спеціалізованими обчислювальними пристроями

Незалежно від виду контролера, до їх складу входить мікропроцесорне (обчислювальне) ядро, яке забезпечує вирішення завдань, модулі пам'яті та модулі введення-виводу. Промислові контролери сприймають інформацію з датчиків, перемикачів, перетворювачів, а також від інших контролерів, та здійснюють керування об'єктом шляхом видачі керуючих сигналів на приводи, клапани, перемикачі та інші виконавчі механізми. Сучасні контролери часто об'єднують в мережу, а програмні засоби, що розробляються для них, дозволяють в зручній для оператора формі програмувати і керувати ними через комп'ютер. Сучасні промислові контролери, як правило, мають зовнішні інтерфейси для з'єднання їх в системи збору і передачі даних (так звані SCADA-системи). Достатньо широко використовується інтерфейси RS-232, RS-485 і протокол передачі даних Modbus, але досить поширені й інші інтерфейси і протоколи, іноді закриті, створені окремими фірмами під свої системи.

Для програмування контролерів використовуються стандартизовані мови Міжнародної Електротехнічної комісії (МЕК) стандарту IEC 61131-3. Виділяють дві групи мов програмування – для спеціалістів з автоматизації та програмістів контролерів.

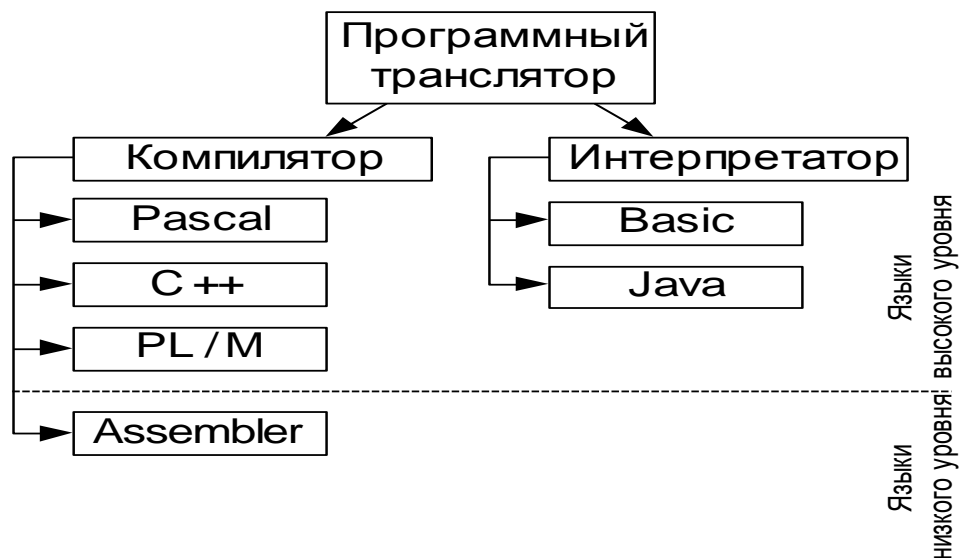
Для інженерів по автоматизації використовують такі мови програмування:

Мова релейних схем (Ladder Diagram, LD, LAD) — мова релейної (сходинкової) логіки. Широко використовується для заміни логічних схем, виконаних на релейній техніці. Мова дуже проста, орієнтована на інженерів по автоматизації, що працюють на промислових підприємствах. Вважається найпоширенішою мовою програмування для ПЛК.

Мова функціональних блоків (Function Block Diagram, FBD)— графічна мова програмування стандарту IEC 61131-3. Програмування на ній пов'язане з використанням набору блоків (логічних блоків І, АБО, НІ, тригерів, таймерів, блоків обробки сигналу тощо) і встановлення зв'язку між ними. Функціональні блоки можуть бути написані на інших мовах, наприклад, ІЛ (Асемблер) або ST (аналог Pascal). Подальшим розвитком FBD є мова програмування SFC, яка орієнтований на тих фахівців, які мають досвід проектування схем з мікросхем простої логіки. SFC не сертифікована стандартом IEC61131-3.

Разом з переліченими мовами використовують також інші мови. Наприклад, SFC (Sequential Function Chart - мова діаграм станів) для програмування автоматів.

Для програмістів контролерів використовують звичайні мови:



Вибір мови програмування залежить від: складу апаратури, вимог до швидкодії комплексу, об'єму ОЗП/ПЗП, вартості, умов експлуатації тощо.

У сучасних мікроконтролерах використовуються переважно компілятори.

До складу програмного забезпечення мікроконтролерів зазвичай входять: налагоджувальні плати (емулятори технологічних процесів), текстовий редактор, компілятор мови високого рівня, редактор зв'язку і завантажувач програми в налагоджувальну плату.

З метою більш поглибленого вивчення теоретичних основ даної лабораторної роботи рекомендується використати конспект лекцій з курсу та список рекомендованої літератури для даних методичних вказівок.

Опис лабораторної установки

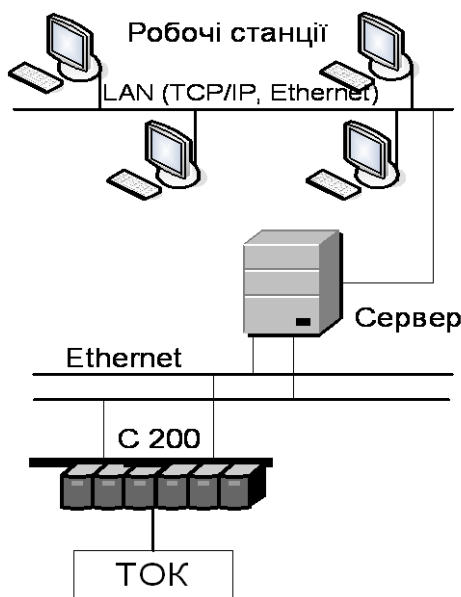


Рис. 6.1. Схема установки

Лабораторна установка складається з таких основних частин (рис. 6.1): контролера Honeywell C200, сервера з операційною системою Windows 2000 Server і ПЗ Experion PKS, робочих станцій та технологічного об'єкту керування.

Технологічний об'єкт керування (ТОК) являє собою ємність із двома вхідними потоками рідини і одним вихідним. Утворена суміш вільно витікає з отвору в дні ємності. Метою керування для таких об'єктів може бути підтримання заданого рівня в ємності та густини вихідного потоку, стабілізація одного з цих параметрів та інше.

Ємність (рис. 6.2) описується математичною моделлю у вигляді системи нелінійних рівнянь стану і

алгебраїчних рівнянь виходу. Загальний вигляд моделі у векторній формі може бути представлений у такий спосіб [10]:

$$\begin{cases} \dot{\bar{X}} = \bar{F}(\bar{X}, \bar{U}), \bar{X}(0) = \bar{X}_0 \\ \bar{Y} = G(\bar{X}) \end{cases},$$

де $\bar{X} = (x_1, x_2, x_3)^T$ - вектор параметрів стану, $\bar{U} = (u_1, u_2)^T$ - вектор параметрів керування, $\bar{Y} = (y_1, y_2)^T$ - вектор вихідних змінних. Праві частини цих рівнянь є компонентами нелінійних векторів-функцій $\bar{F} = (\bar{X}, \bar{U})$ і $\bar{G} = (\bar{X})$. Вимірювані вихідні величини - рівень ємності y_1 (м) і густина вихідного потоку y_2 (кг/м³); керуючі впливи - витрати u_1, u_2 компонентів А і В (кг/год). Параметри стану: концентрація компонента А в суміші x_1 (%), концентрація компонента В x_2 (%) і температура суміші x_3 , (°C).

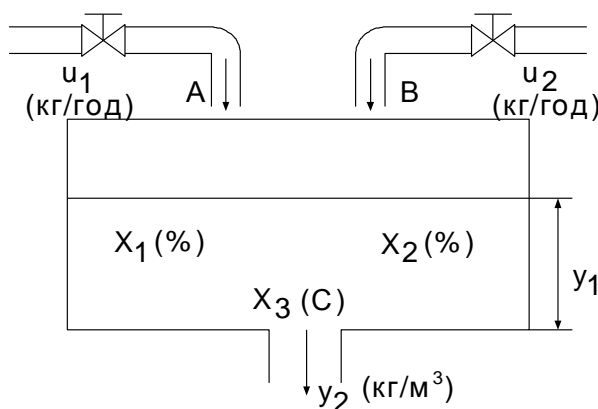


Рис. 6.2. Ємність з двома вихідними потоками

Для випадку, коли метою керування є підтримання рівня в ємності, підібрані наступні вихідні дані параметрів моделі (табл.6.1).

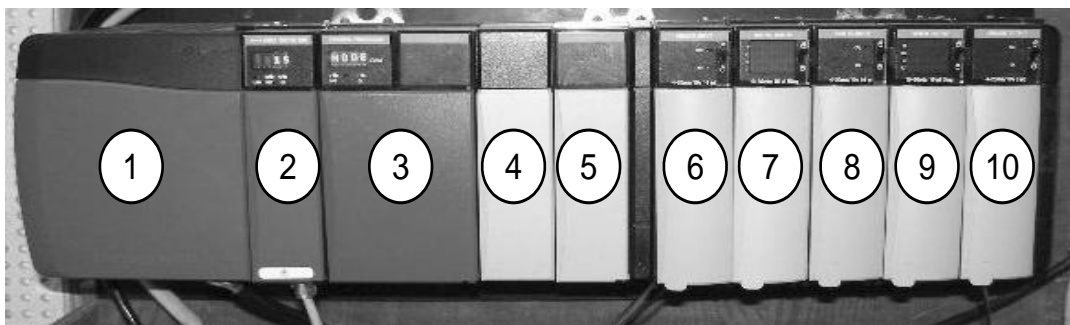
Таблиця 6.1. Початкові значення параметрів моделі

№	Назва	Од. вим.	Значення
1	Витрати 1-го вхідного потоку	кг/год	5000
2	Концентрація 1-го вхідного потоку, NaOH	%	20
3	Витрати 2-го вхідного потоку	кг/год	1000
4	Концентрація 2-го вхідного потоку, NaOH	%	80
5	Витрати вихідного потоку	кг/год	6000
6	Концентрація вихідного потоку	%	30
7	Діаметр отвору	м	0.06
8	Степінь відкриття клапану	---	0.5
9	Швидкість витікання з вихідного отвору	м/с	0.45
10	Густина потоку на виході	кг/м ³	1322.2
11	Рівень в ємності	м	2.2
12	Площа дна ємності	м ²	2

Технологічний об'єкт зімітовано електричною схемою, розміщеною на стенді. Витрати рідини імітуються напругою струму, який встановлюється за допомогою змінних резисторів у вихідному живильному ланцюзі (рис. 5.13, 5.14).

Керування об'єктом здійснюється контролером Honeywell C200. Контролер C200 функціонально складається з наступних модулів (рис. 6.3):

- блок живлення; може працювати зі змінною напругою 115/230В, або постійною – 24В;
- шасі ємністю 10 слотів; забезпечує заміну модулів введення/виведення без вимкнення живлення;
- комутаційний модуль Control Net Interface; підтримує до 16 модулів входу/виходу;
- мікропроцесор Control Processor Modules; підтримує можливості гібридного керування;
- модулі входів/виходів; підтримують аналогові й дискретні входи/виходи постійного та змінного струму.



1 - модуль блоку живлення; 2 - модуль комунікацій Control Net; 3 - модуль мікропроцесора; 4 - 10 модулі входів/виходів.

Рис. 6.3. Зовнішній вигляд контролера C200

На навчальному C200 встановлені два модулі цифрового виходу (DO), два модулі аналогового входу (AI) та один модуль аналогового виходу (AO). Контролер працює разом із сервером Honeywell Experion PKS R100 в операційному середовищі Windows 2000 Server. Зв'язок між сервером і контролером забезпечується мережевим протоколом TCP/IP через локальну мережу Ethernet.

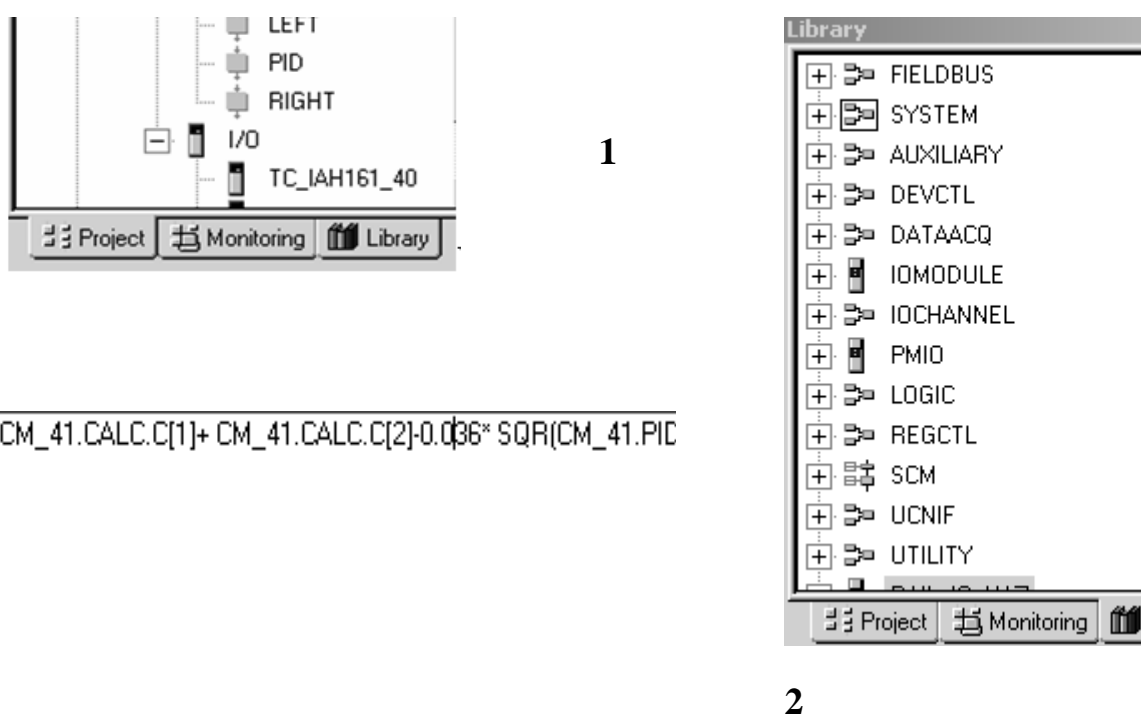
Інформація (результати роботи) зберігаються на сервері. Сервер також виконує всі основні функції системи, у тому числі збір і первинне оброблення даних, керування аварійними сигналами, подіями, зберігання історії подій, архівування даних, а також виконує побудову трендів та генерування звітів. До сервера може бути підключено одну або декілька робочих станцій з використанням стандартних локальних або глобальних мереж. Така архітектура навчальної системи дозволяє забезпечити одночасне навчання декількох студентів (або операторів).

Конфігурування системи керування виконується з використанням бібліотечних елементів блочного типу - функціональні блоки Functional Blocks (FB) у візуальному середовищі побудови стратегій Honeywell Control Builder. Важливою перевагою системи Experion PKS є можливість

візуального конфігурування системи. При цьому користувачу не потрібно розробляти систему з самого початку, а лише конфігурувати її.

Робоче поле Honeywell Control Builder (CB) складається з трьох вікон: Project, Monitoring, Library (рис. 6. 4.1).

У вікні Project створюються стратегії керування процесом із використанням бібліотечних елементів блочного типу - Function Blocks (FB). Результат розробки зберігається у вигляді модуля керування Control Module (CM). Вікно Library (рис. 6.4.2) являє собою бібліотеку блоків і модулів, які використовуються при створенні CM. При створенні системи керування об'єкти з вікна Library переносяться у вікно Project і зв'язок між елементами виконується відповідно до структури системи керування і мети її створення.



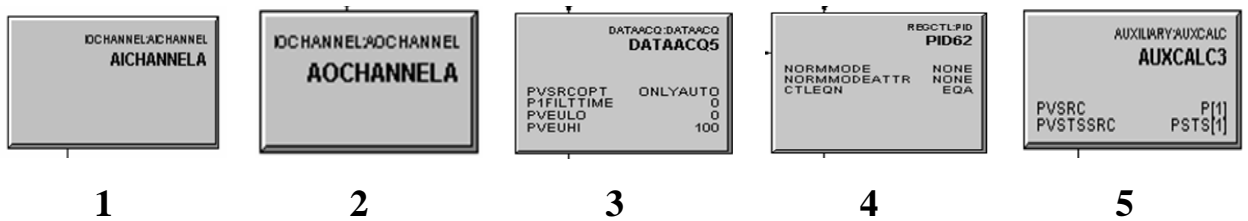
1 – список основних вікон Control Builder; 2 – вікно Library; 3 – приклад запису математичного виразу в блоці AUXCALC.

Рис. 6.4. Елементи середовища Control Builder

Сформований керуючий модуль завантажується у контролер. За перебігом технологічного процесу можна спостерігати у вікні Monitoring. Це вікно відображає всі об'єкти, які були завантажені у модуль керування процесом. При цьому є можливість спостереження за активними модулями процесу.

Для конфігурування системи можна використати функціональні блоки, які наведені на рис. 6.5, або інші.

Алгоритм розв'язку математичної моделі ТОК слід реалізувати за допомогою блоків AUXCALC. Приклад використання блоку AUXCALC наведений на рис. 6.4 (3).



1 – ACHANNEL – блок прийому сигналу в діапазоні 4-20 мА з вихідним сигналом у діапазоні 0 - 100 % шкали; 2 – ACHANNEL – блок видачі сигналу в діапазоні 4-20 мА; 3 – DATAACQ - блок прийому сигналів з діапазоні 4-20 мА з блоку ACHANNEL і переводу їх в «інженерні» величини; 4 – PID – блок забезпечення регулювання за ПІД – законом, де PV - вхідне значення регульованого параметра, SP – завдання, OP - вихід (керуючий вплив); 5 – AUXCALC – блок обчислень (дозволяє обробляти до 8 математичних виразів зі змінними процесу PV).

Рис. 6.5. Функціональні блоки

Заходи безпеки під час виконання лабораторної роботи

Заходи безпеки, яких треба дотримуватись при виконанні лабораторної роботи «Керування технологічним об'єктом засобами мікропроцесорної техніки» наведені у Додатку 1.

Послідовність виконання роботи

1. Ознайомитися з лабораторною установкою.
2. Подати електричне живлення на стенд тумблером біля контролеру.
3. Увімкнути контролер за допомогою тумблеру на блоці живлення контролеру (рис. 6.3, модуль 1).
4. Увімкнути сервер і після завантаження ОС завантажити середовище побудови стратегій Honeywell Control Builder.
5. Сконфігурувати систему керування з використанням функціональних блоків (FB) згідно структури, поданої на рис. 6.6.

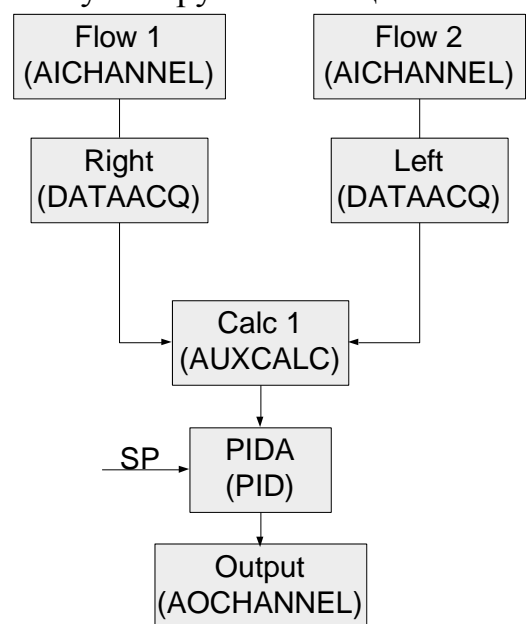


Рис. 6.6. Структура системи керування

В якості прикладу наведений фрагмент структурної схеми модуля керування з використанням описаних блоків (рис. 6.7).

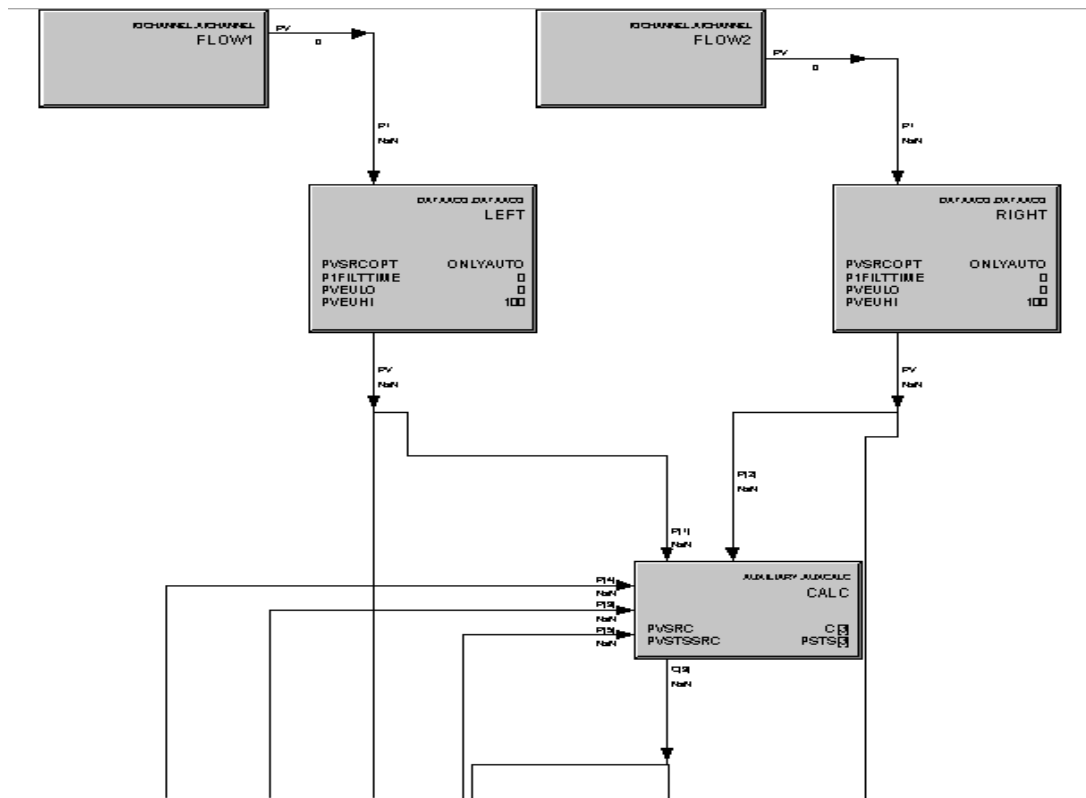


Рис. 6.7. Фрагмент реалізації структури формування вихідного сигналу в Control Builder.

6. Завантажити сконфігуровану систему в контролер.
7. Встановити витрати рідини згідно таблиці 1 потенціометрами R_1 і R_2 та проконтролювати ці значення за міліамперметрами 5 (рис. 5.13), для чого попередньо перерахувати задані значення витрат у значення струму згідно стандартного діапазону 4 - 20 мА¹.
8. Спостерігати за роботою системи у вікні Monitor.
9. Отримати у викладача індивідуальне завдання (значення витрат, рівня та параметри регулятора). Повторити п.п. 7, 8 для заданих значень.
10. Результати імітаційного експерименту занести у протокол.

Обробка та аналіз результатів. Оформлення звіту

У звіт про виконану роботу слід включити:

- тему та мету роботи;
- короткі теоретичні відомості;
- опис лабораторної установки та методику проведення вимірювань;
- структуру побудованої системи керування;
- результати імітаційного експерименту та аналіз отриманих результатів;

¹ Перерахунок виконати з використанням градуовальної таблиці, виданої викладачем

- аналіз отриманих результатів та основні висновки.

Контрольні запитання

1. Класифікація контролерів і місце використання кожного типу в системах автоматизації технологічних процесів.
2. Архітектура PC-сумісних контролерів.
3. Будова контролеру Honeywell C200.
4. Різновиди мов програмування контролерів.
5. Інтерфейс середовища Control Builder.
6. Особливості застосування мови функціональних блоків (FBD) для програмування контролерів.
7. Які ви знаєте функціональні блоки мови FBD для конфігурування системи керування об'єктом?

Список рекомендованої літератури

Основна література

1. Лукінюк М. В. Автоматизація типових технологічних процесів: технологічний об'єкти керування та схеми автоматизації: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за напрямом «Автоматизація і комп'ют.-інтег. технології»/ М. В. Лукінюк. - К.: НТУУ «КПІ», 2008. - 236 с.
2. Лукінюк М. В. Технологічні вимірювання та прилади: Навч. посіб./ М.В. Лукінюк. – К.: НТУУ «КПІ», 2007. – 436 с.
3. Промислові засоби автоматизації. Ч.1. Вимірювальні пристрої: навчальний посібник/ А.К.Бабіченко, В.І. Тошинський, В.С. Михайлов та ін.; Х.: НТУ «ХПІ», 2001. - 470с.
4. Промислові засоби автоматизації. Ч.2. Регулюючі і виконавчі пристрої: навчальний посібник/ А.К.Бабіченко, В.І. Тошинський, В.С. Михайлов та ін.; Х.: НТУ «ХПІ», 2001. - 658с.
5. Кулаков М.В. Технологические измерения и приборы для химических производств / М.В. Кулаков. - М.: Машиностроение, 1983. – 424 с.
6. Полоцкий Л.М. Автоматизация химических производств. Теория, расчет и проектирование систем автоматизации/ Л.М. Полоцкий, Г.И. Лапшенков. - М.: Химия, 1982. – 296 с.
7. Пантаев Н.Ф. Основы теории автоматического регулирования и авторегуляторы/ Н.Ф. Пантаев, В.Г. Дианов. – М.: Недра, 1965. – 344с.
8. Лукінюк М. В. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсів «Технологічні вимірювання і прилади», «Автоматизація виробничих процесів», «Контроль та керування хіміко-технологічними процесами»: у 2 ч. [Текст]/ М.В. Лукінюк, П.М. Сташквич, В.О. Самсонов. – К.: ІВЦ «Виавництво «Політехніка», 2003. – Ч. 1. - 92 с.
9. Кречотень Ю. В. Методические указания к лабораторным работам по курсам «Технологические измерения и автоматика» , «Автоматизация производственных процессов» в 2 ч. [Текст]/ Ю. В. Кречотень, Ю. К. Олейник, М. В. Лукинюк. - К.: КПИ, 1993. - Ч. 2. - 64 с.
10. Керування хіміко-технологічними процесами. навч. посібник / Р.Б. Медведєв. – К.: ІСДО, 1994. – 160 с.

Додаткова література

11. Котов К.И. Автоматическое регулирование и регуляторы/ К.И. Котов, М.А. Шершевер. - М.: Металлургия, 1987. - 384 с.

12. Папушин Ю.Л. Основи автоматизації гірничого виробництва/. Ю.Л. Папушин, В.С. Білецький. – Донецьк: Східний видавничий дім, 2007. – 168 с.
13. Іванов А.О. Теорія автоматичного керування: підручник/ А.О. Іванов. – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2003. – 250 с.
14. Фарзане Н.Г. Технологические измерения и приборы: учеб. для вузов/ Н.Г. Фарзане, Л.В. Илясов, А.Ю. Азим-заде. – М.: Высш. шк., 1989. – 456 с.
15. Компьютерный тренажер для обучения операторов установки производства аммиака Одесского припортового завода [Текст] / Р.А. Владов, В.В. Янишпольский, В.М. Дозорцев, Д.Ю. Федоренко //Химическая техника. – К.: , 2007. - № 2. – с. 18 – 23.
16. Медведєв Р.Б. Навчальна система побудови стратегій керування на базі мікропроцесорної техніки [Текст] /Р.Б. Медведєв, С.Г.Бондаренко, О.В. Сангінова// Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. - 2008. - № 2(2). – с. 31-36.
17. Промышленные приборы и средства автоматизации: справ. изд.[Текст] / Под ред. В.В.Черенкова. – Л.: Машиностроение, 1987. – 794 с.
18. Измерения в промышленности: справ. изд. [Текст] / под ред. П. Профоса. Пер. с нем. - М.: Металлургия, 1980. – 648 с.
19. Матеріали дистанційного курсу «Технічні засоби автоматизації та мікропроцесорна техніка»: [Електронний ресурс].- режим доступа: <http://www.edu-system.xtf.ntu-kpi.kiev.ua>.
20. Контрольно-измерительные приборы и автоматика. Honeywell Україна: [Електронний ресурс].- режим доступа: <http://www.iac.honeywell.com>.

Заходи безпеки під час виконання лабораторних робіт

Цикл лабораторних робіт з дисципліни «Технічні засоби автоматизації та мікропроцесорна техніка» виконуються в комп'ютерному класі кафедри кібернетики хіміко-технологічних процесів хіміко-технологічного факультету, де розміщені персональні комп'ютери, контролер Honeywell C200 та імітаційні стенди технологічних об'єктів. Обладнання живиться електричним струмом напругою 220 В. Тому при виконанні лабораторних робіт слід дотримуватися заходів безпеки наступних інструкцій.

ІНСТРУКЦІЯ

з техніки безпеки при навчанні студентів на ПЕОМ в учбових лабораторіях кафедри кібернетики хіміко-технологічних процесів інженерно-хімічного факультету

1. Знання і суворе дотримання цих правил є обов'язковим для всіх осіб, допущених до роботи на ПЕОМ. Доведення їх до кожного зі студентів підтверджується особистим підписом кожного з них у контрольному листі з техніки безпеки. Особи, які не одержали такого інструктажу та не поставили підпис у контрольному листі з техніки безпеки, до роботи на ПЕОМ не допускаються.
2. Всі роботи в учбових лабораторіях кафедри кібернетики ХТП проводяться лише з дозволу викладача або співробітника кафедри.
3. Під час проведення занять в учбовій лабораторії не повинні знаходитися сторонні особи, в тому числі студенти інших груп. Студенти не повинні самовільно залишати учбову лабораторію під час занять.
4. При роботі на ПЕОМ треба пам'ятати, що в них використовується напруга, небезпечна для життя.
5. Всі особи, працюючі в учбових лабораторіях кафедри КХТП повинні бути ознайомлені з правилами надання першої медичної допомоги при ураженні електричним струмом.
6. Перед вмиканням ПЕОМ кожен з працюючих повинен отримати дозвіл викладача або співробітника кафедри.
7. У випадках виникнення короткого замикання, горіння, диму, вогню в апаратурі, пристрій необхідно негайно вимкнути з мережі та доповісти викладачеві або співробітникові кафедри. Самостійні дії по усуненню пошкодження забороняються.
8. У випадку виходу з ладу обладнання або програмного забезпечення, що зумовлені іншими причинами, доповісти викладачеві або

співробітників кафедри. Вимикати апаратуру при цьому не дозволяється. Самостійні дії по усуненню пошкодження забороняються.

9. Працюючі в учбових лабораторіях кафедри кібернетики ХТП несуть майнову та адміністративну відповідальність за збереження та використання обладнання, наданого для їх праці.

10. Категорично забороняється:

- самостійно вмикати та вимикати тумблери на щитку електроживлення;
- несанкціоновано вмикати електрообладнання;
- приносити та вмикати своє обладнання та пристрої, встановлювати власне програмне забезпечення;
- залишати без нагляду увімкнені пристрої та лабораторію;
- пересувати обладнання та комплектуючі;
- підключати та відключати інформаційні кабелі та кабелі живлення;
- використовувати власні носії інформації без дозволу викладачів або співробітників кафедри;
- знаходитись в учбовій лабораторії у верхньому одязі.
- Після закінчення занять обладнання не вимикається. Робоче місце має бути прибрано працюючим та перевірене викладачем чи співробітником кафедри

ІНСТРУКЦІЯ

про міри пожежної безпеки у лабораторіях, учбових та робочих приміщеннях кафедри кібернетики хіміко-технологічних процесів хіміко-технологічного факультету

1. Всі студенти повинні знати та ретельно виконувати «Загальні правила пожежної безпеки в НТУУ «КПІ»».
2. Завідуючий кафедрою та завідуючий лабораторією відповідають за забезпечення пожежної безпеки всіх приміщень кафедри та за справність протипожежного обладнання та сигналізації.
3. Все електричне обладнання, яке знаходиться в лабораторіях та приміщеннях кафедри, повинно мати заземлення.
4. В усіх приміщеннях повинно дотримуватись чистоти, не займати приміщення непотрібними меблями, обладнанням та матеріалами.
5. Всі двері основних та додаткових виходів утримувати у стані швидкого відкривання.
6. Зберігання та використання горючих та легкоспалахуючих рідин у приміщеннях кафедри забороняється.
7. Ремонт електричного обладнання проводити у строгій відповідності з правилами пожежної безпеки.
8. Всі електрозахисти повинні знаходитися у закритому положенні, не займаними сторонніми предметами.
9. Коридори, проходи, тамбури, евакуаційні виходи та підходи до першочергових засобів пожежогасіння, а також комунікаційні ніші повинні бути постійно вільними, чистими та нічим не зайнятими.
10. Відповідальні особи перед закриттям приміщень повинні ретельно оглянути їх, забезпечити прибирання виробничих відходів, перевірити якість перекриття води, газу, відключити напругу електромережі, перевірити стан пожежної сигналізації та засобів пожежогасіння.
11. Від усіх приміщень мати два комплекти ключів. Один комплект здавати черговому, а інший - зберігати в певному місці, яке відомо обслуговуючому персоналу.

Студенти повинні знати та ретельно виконувати «Загальні правила техніки безпеки в НТУУ «КПІ»», про що вони ставлять свій підпис у відповідному контрольному листі з техніки безпеки перед початком проведення циклу лабораторних робіт. Студенти, які не пройшли інструктаж і не поставили підпис у контрольному листі, до роботи не допускаються.

Додаток 2

Градуювальні таблиці

Таблиця Д2.1. Тип В (Платина30%Родий Платина60%Родий)

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	°C
0	0.000	0.000	0.000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.002	-0.002	-0.002	0
10	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.003	-0.003	-0.003	10
20	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	20
30	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	0.000	30
40	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	40
50	0.002	0.003	0.003	0.003	0.004	0.004	0.004	0.005	0.005	0.006	0.006	50
60	0.006	0.007	0.007	0.008	0.008	0.009	0.009	0.010	0.010	0.011	0.011	60
70	0.011	0.012	0.012	0.013	0.014	0.014	0.015	0.015	0.016	0.017	0.017	70
80	0.017	0.018	0.019	0.020	0.020	0.021	0.022	0.022	0.023	0.024	0.025	80
90	0.025	0.026	0.026	0.027	0.028	0.029	0.030	0.031	0.031	0.032	0.033	90
100	0.033	0.034	0.035	0.036	0.037	0.038	0.039	0.040	0.041	0.042	0.043	100
110	0.043	0.044	0.045	0.046	0.047	0.048	0.049	0.050	0.051	0.052	0.053	110
120	0.053	0.055	0.056	0.057	0.058	0.059	0.060	0.062	0.063	0.064	0.065	120
130	0.065	0.066	0.068	0.069	0.070	0.072	0.073	0.074	0.075	0.077	0.078	130
140	0.078	0.079	0.081	0.082	0.084	0.085	0.086	0.088	0.089	0.091	0.092	140
150	0.092	0.094	0.095	0.096	0.098	0.099	0.101	0.102	0.104	0.106	0.107	150

Таблиця Д2.2. Тип К (Хромель Алюмель)

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	°C
0	0.000	-0.039	-0.079	-0.118	-0.157	-0.197	-0.236	-0.275	-0.314	-0.353	-0.392	0
0	0.000	0.039	0.079	0.119	0.158	0.198	0.238	0.277	0.317	0.357	0.397	0
10	0.397	0.437	0.477	0.517	0.557	0.597	0.637	0.677	0.718	0.758	0.798	10
20	0.798	0.838	0.879	0.919	0.960	1.000	1.041	1.081	1.122	1.163	1.203	20
30	1.203	1.244	1.285	1.326	1.366	1.407	1.448	1.489	1.530	1.571	1.612	30
40	1.612	1.653	1.694	1.735	1.776	1.817	1.858	1.899	1.941	1.982	2.023	40
50	2.023	2.064	2.106	2.147	2.188	2.230	2.271	2.312	2.354	2.395	2.436	50
60	2.436	2.478	2.519	2.561	2.602	2.644	2.685	2.727	2.768	2.810	2.851	60
70	2.851	2.893	2.934	2.976	3.017	3.059	3.100	3.142	3.184	3.225	3.267	70
80	3.267	3.308	3.350	3.391	3.433	3.474	3.516	3.557	3.599	3.640	3.682	80
90	3.682	3.723	3.765	3.806	3.848	3.889	3.931	3.972	4.013	4.055	4.096	90
100	4.096	4.138	4.179	4.220	4.262	4.303	4.344	4.385	4.427	4.468	4.509	100
110	4.509	4.550	4.591	4.633	4.674	4.715	4.756	4.797	4.838	4.879	4.920	110
120	4.920	4.961	5.002	5.043	5.084	5.124	5.165	5.206	5.247	5.288	5.328	120
130	5.328	5.369	5.410	5.450	5.491	5.532	5.572	5.613	5.653	5.694	5.735	130
140	5.735	5.775	5.815	5.856	5.896	5.937	5.977	6.017	6.058	6.098	6.138	140
150	6.138	6.179	6.219	6.259	6.299	6.339	6.380	6.420	6.460	6.500	6.540	150
160	6.540	6.580	6.620	6.660	6.701	6.741	6.781	6.821	6.861	6.901	6.941	160
170	6.941	6.981	7.021	7.060	7.100	7.140	7.180	7.220	7.260	7.300	7.340	170
180	7.340	7.380	7.420	7.460	7.500	7.540	7.579	7.619	7.659	7.699	7.739	180
190	7.739	7.779	7.819	7.859	7.899	7.939	7.979	8.019	8.059	8.099	8.138	190

Опис елементів вікна станції

Таблиця ДЗ.1

<i>Елемент</i>	<i>Опис та примітки</i>
Menus (Меню)	Команди з різних меню Станції.
Toolbar (Панель інструментів)	Клацання по кнопці з панелі інструментів викликає запуск однієї з часто вживаних команд.
Message Zone (Зона повідомлень)	Станція виводить повідомлення у зоні повідомлень. Наприклад, якщо спробувати звернутися до неіснуючого екрану, в зоні повідомлень з'являється повідомлення типу "The display was not found" («Екран не знайдено»).
Command Zone (Командна зона)	У командній зоні можна вводити команди.
Display (Дисплей)	Кожен екран є "панеллю керування", яка використовується для моніторингу та управління окремою частиною системи.
Alarm Line (Рядок аварійних повідомлень)	Цей рядок призначен для виведення останніх непідтверджених аварійних повідомлень. Рядок аварійних повідомлень може бути прихован або може бути налаштован для роботи у спеціальному режимі.
Status Line (Рядок стану)	Відображає різні повідомлення про стан.

Рядок стану відображає загальний стан системи. Розшифровку елементів рядка стану наведено у табл. ДЗ.2.



<i>Елемент</i>	<i>Опис та коментарі</i>
1	2
<i>Дата та час</i>	Поточне значення дати та часу, встановлених на сервері
Alarm Status	<p>Показує наявність повідомлень аварійної сигналізації та їх статус:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Порожній. Аварійної сигналізації немає. • Мерехтливий червоний. Існує принаймні одне непідтверджене аварійне повідомлення. • Червоний (не мерехтливий). Існує принаймні одна аварійна сигналізація, але всі повідомлення були підтверджені. <p>Клацання на прямокутнику викликає зведення повідомлень аварійної сигналізації, у якій перераховані всі попереджаючи повідомлення.</p>
Comms Status	<p>Відображає статус каналів зв'язку між сервером, до якого підключена станція, та іншими пристроями (такими, як контролери, інші станції та сервери):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Порожній. Зв'язок нормальний. • Мерехтливий блакитний. Існує принаймні одне непідтверджене повідомлення аварійної сигналізації зв'язку. • Блакитний (не мерехтливий). Існує принаймні одна аварійна сигналізація зв'язку, але всі повідомлення були підтверджені. <p>Клацання на прямокутнику викличе закладку Channels (Канали) вікна System Status (Статус системи), на якій показано стан кожного каналу.</p>
Message Status	<p>Показує наявність будь-яких повідомлень та їх статус:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Порожній. Немає повідомлень. • Мерехтливий зелений. Є непідтверджені повідомлення. • Зелений (не мерехтливий). Є принаймні одне повідомлення, але всі повідомлення є підтвердженими. <p>Клацання на прямокутнику викликає зведення повідомлень (Message Summary), у якій перераховані всі повідомлення.</p>















1	2
Downtime Status	<p>Відображає статус простою станції:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Чорний. Станція функціонує нормально. • Яскравий жовтий. Є, принаймні, одне непідтверджених повідомлення аварійної сигналізації про простій. • Жовтий (не мерехтливий). Є, принаймні, одне повідомлення аварійної сигналізації про простій, але всі повідомлення є підтвердженими. <p>Клацання на прямокутнику викликає зведення простоїв (Downtime summary), у якій перераховані всі випадки простою.</p>
Назва сервера (Server ID)	Ім'я або номер сервера, до якого підключена станція (у деяких системах можна підключитися до декількох серверів одночасно).
Номер станції (Station number)	Номер даної станції. У більшості систем є більш ніж одна станція.
Рівень доступу (Security level)	Рівень доступу оператора станції.

Панель інструментів. Кнопки панелі інструментів надають швидкий доступ до найчастіше використовуваних команд. Загальний вид та призначення кнопок наведено у табл. ДЗ.3



Таблиця ДЗ.3

<i>Кнопка</i>	<i>Опис та коментарі</i>
1	2
	Системне меню (System Menu). Викликає системне меню, яке відображає ієрархічний "зміст" системи.
	Підсумок аварійних повідомлень (Alarm Summary). Викликає звіт з аварійних повідомлень, в якому представлено короткий опис кожної аварійної сигналізації.

1	2
	Підтвердити отримання повідомлення аварійної сигналізації (Ack Alarm). Підтверджує отримання останнього повідомлення.
	Асоційований екран (Associated Display). Викликає екран, асоційований з об'єктом, який викликав повідомлення аварійної сигналізації, або з будь-яким обраним об'єктом.
	Виклик екрана (Callup Display). Викликає вказаний екран. Для виклику екрану необхідно: 1. Клацнути по кнопці. 2. Ввести номер екрану і натиснути <Enter>.
 	При конфігуруванні системи інженери об'єднують взаємопов'язані екрани в "ланцюжки", тому можна швидко викликати наступний або попередній екран. Page Down. Викликає наступний екран в поточному ланцюжку. Page Up. Викликає попередній екран в поточному ланцюжку.
	Prior Display (Попередній екран). Повертає на екран попередній екран.
	Trend (тренд). Викликає на екран певний тренд. Для виклику тренду, необхідно: 1. Клацнути по кнопці. 2. Ввести номер тренду і натиснути <Enter>.
	Group (група). Викликає екран певну групу. Для виклику групи необхідно: 1. Клацнути по кнопці. 2. Ввести номер групи і натиснути <Enter>.
 	Raise. Збільшує значення параметра. Lower. Зменшує значення параметра.
 	Enter. Підтверджує вибір знову введеного значення. Cancel. Відмінняє знову введене значення та повертає колишнє.
	Enable / Disable (Увімкнути / Вимкнути). Включає / вимикає пов'язану з екраном точку. Точки зазвичай відключаються на час виконання технічного обслуговування, щоб уникнути виникнення помилкових повідомлень аварійної сигналізації.
	Detail (деталювання). Виводить більш детальну інформацію про вибраний об'єкт.

Уведення команд у Command Zone (командній зоні). Деякі команди зручніше вводити прямо у командній зоні - замість того, щоб вибирати їх з меню. Наприклад, для виклику екрану, який називається "boilers", необхідно клацнути мишею на командній зоні, а потім набрати «boilers» і натиснути

<Enter>. У випадку, коли екран пронумерований, необхідно набрати «pag» перед номером сторінки, наприклад: pag 301. Повний список команд можна переглянути у Knowledge Builder.

Екран деталювання групи **Detail** показує основні параметри набору (до восьми одиниць) пов'язаних точок (рис. Д3.1). Екран виглядає як реальна панель управління. Наприклад, у випадку аналогових точок, "датчики" показують значення параметрів PV. Кожна група ідентифікується номером і зазвичай має опис.

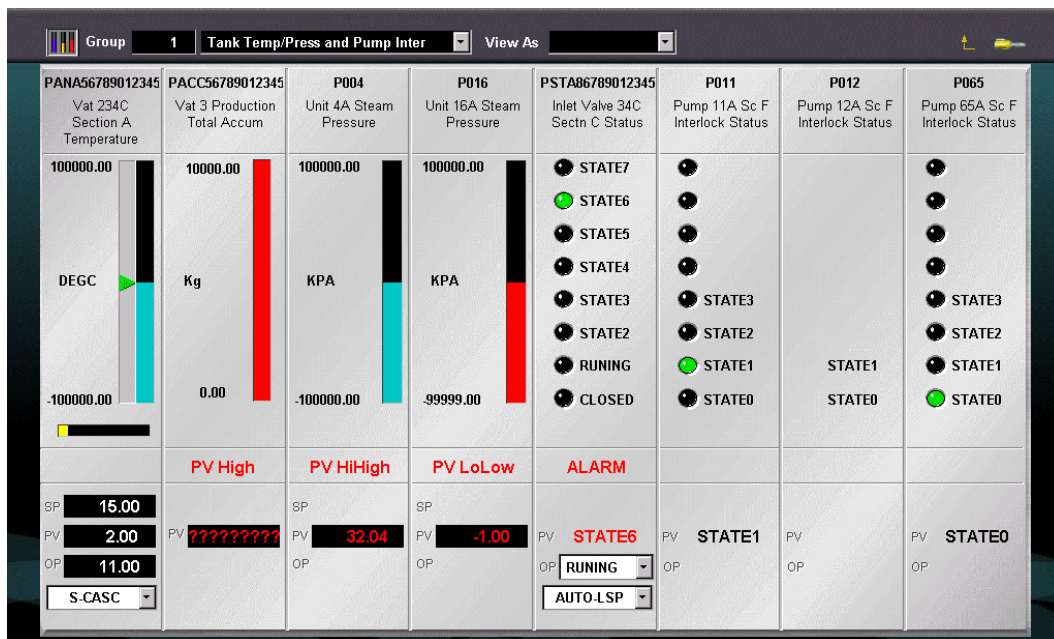


Рис. Д3.1. Приклад Групи

Для виклику екрану деталювання групи шляхом вибору його зі списку груп необхідно:

- Вибрати View> Group Summary для перегляду списку груп.
- Вибрати групу.

Для виклику екрану групи, номер якої відомий, необхідно:

- Клацнути <Group> на панелі інструментів.
- Набрати номер групи в командному зоні (Command Zone) і натиснути <Enter>.

Використання екранів трендів. Екран трендів (рис. Д3.2) показує історію зміни параметрів, наприклад, PV, для декількох взаємопов'язаних точок (не більше восьми). Інформація може відображатися у вигляді:

- гістограми;
- графіку;
- хронологічного списку з числовими даними;
- двовимірних (XY) графіків залежності одного параметру від іншого.

Кожен тренд пронумерований і зазвичай супроводжується описом. Для виклику тренда шляхом вибору його зі списку необхідно:

- Вибрати View> Trend Summary для перегляду списку трендів.
- Вибрати тренд.

Для виклику тренда, номер якого відомий:

- Клацнути (Trend) на панелі інструментів.
- Набрати номер тренда в командному зоні і натиснути <Enter>.



Рис. ДЗ.2. Екран трендів