

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ  
МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ**

**Національний технічний університет  
“Харківський політехнічний інститут”**

**ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ  
СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ  
ТЕКСТ ЛЕКЦІЙ**

для студентів денної та заочної форми навчання  
за напрямком підготовки

050202 – “Автоматизація та комп’ютерно- інтегровані технології”

**Харків 2011**



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ  
МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ

Національний технічний університет  
“Харківський політехнічний інститут”

**ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ  
СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ  
ТЕКСТ ЛЕКЦІЙ**

для студентів денної та заочної форми навчання  
за напрямком підготовки

050202 – “Автоматизація та комп’ютерно- інтегровані технології”

Затверджено  
редакційно-видавничою радою  
університету як текст лекцій  
Протокол № 1 від 23.06.2011 р.

Харків НТУ“ХПІ” 2011

ББК 30.2-6 я7

О-75

УДК 681.5.017(075)

Рецензенти:

*М.А. Цейтлін*, д-р техн. наук, проф. каф. Хімічної техніки та промислової екології, НТУ “ХПІ”

*В.О Реньов*, канд. техн. наук, проф. каф. Автоматизації виробничих процесів, ХНУБА

Автори:

*М.О. Подустанов, В.І. Тошинський, І.І. Литвиненко,*

*А.К. Бабіченко, О.М. Дзевочко*

Основи проектування систем автоматизації : текст лекцій /  
О-75 М.О. Подустанов, В.І. Тошинський, І.І. Литвиненко та ін. – Х.: НТУ  
“ХПІ”, 2011. – 78 с.

### ISBN

Розглянуті основні стадії проектування та склад проектної документації. Висвітлені питання побудови функціональних схем автоматизації, принципів електричних і пневматичних схем управління. Наведені відомості щодо щитів і пультів, які випускаються промисловістю, а також правила виконання електричних і трубних провідок, таблиць з'єднань і підключення у щитах і пультах.

Рис. 16. Табл. 10. Бібліогр. 8 назв.

**ББК 30.2-6 я7**

© М.О. Подустанов, В.І. Тошинський  
І.І. Литвиненко, А.К. Бабіченко,

© О.М. Дзевочко, 2011 р.

**ISBN**

## ВСТУП

Проектування систем автоматизації, що складаються із взаємозалежних різних елементів, являє собою досить складне інженерне завдання з можливістю розв'язання поставленого завдання різними методами.

Вибір оптимального методу розв'язання поставленого завдання залежить від вимог, висунутих замовником, можливостей проектувальника, елементної бази й складності проектованої системи. Тому детальний план проектування автоматизованої системи не може мати універсальний характер. У кожному конкретному випадку доводиться вирішувати зовсім конкретні завдання. Проте можливо визначити загальний порядок проектування для того, щоб проектувальник автоматизованої системи сам міг конкретизувати деякі етапи роботи виходячи з конкретних умов, заданих йому в технічному завданні.

Текст лекцій поділений на 16 занять, в кожному з яких висвітлюються конкретні питання курсу “Основи проектування систем автоматизації”, вказані на початку кожної лекції. Матеріал кожної лекції доповнений відповідним графічним матеріалом (схемами, рисунками) та таблицями. Для зручності студентів при самостійній підготовці до модульних контрольних робіт, які проводяться на 8 та 16 тижнях семестру, надані питання з теоретичної частини та приклади практичних завдань по кожному модулю.

# Лекція 1

## ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ. СТАДІЇ ПРОЕКТУВАННЯ І СКЛАД ПРОЕКТНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ

1. *Загальні положення*
2. *Стадії проектування й склад проектної документації*

### **1. Загальні положення**

При розробці проектної документації об'єктів промислового будівництва керуються будівельними нормами й правилами (СНиП), відомчими будівельними нормами (ВБН), а також державними й галузевими стандартами.

Основним документом, що визначає загальні вимоги до проектів, є “Інструкція о составе, порядке разработки, согласования и утверждения проектно-сметной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений” (СНиП 1.02.01-95).

Проекти систем автоматизації технологічних процесів виконуються на підставі й відповідно до завдання на проектування. Завдання на проектування систем автоматизації становлять при розробці технологічної частини проекту й погоджують із виконавцем проекту автоматизації. Можливо спільне складання завдання (тобто замовника й виконавця).

При проектуванні систем автоматизації (СА), проектні організації повинні керуватися наступними основними правилами:

1. основними технічними напрямками в проектуванні підприємств у відповідній галузі промисловості;
2. результатами науководослідних і дослідно-конструкторських робіт;
3. Передовим промисловим досвідом в області автоматизації технологічних процесів.

При виконанні проектів СА в максимальному ступені повинні використовуватися типові проекти, типові розв'язки, типові конструкції. При розробці проекту треба враховувати досвід монтажу елементів СА великими блоками й застосування типових уніфікованих конструкцій.

Завдання на проектування містить наступні основні дані:

1. найменування підприємства й завдання проекту;
2. підстава для проектування;
3. перелік виробництв, цехів, агрегатів, установок, охоплених проектом СА, із вказівкою особливих умов (вибухо й пожежонебезпека, наявність агресивного, вологого, запиленого навколишнього середовища);
4. стадійність проектування;
5. вимога до розробки варіантів проекту;
6. планований рівень капітальних витрат на створення СА;
7. строки будівництва й черговості запровадження в дію виробничих підрозділів підприємства;
8. найменування організацій, учасників розроблювального проекту;
9. пропозиція по централізації керування процесом, обсягу й рівню автоматизації;
10. пропозиція щодо розміщення центральних і місцевих пунктів керування, щитів і пультів.

Для виконання проектів СА, повинні бути представлені наступні вихідні дані й матеріали:

1. технологічні схеми з характеристиками устаткування, трубопровідними комунікаціями із вказівкою внутрішніх діаметрів, товщини стінок і матеріалу труб;
2. переліки контрольованих і регульованих параметрів;
3. креслення виробничих приміщень з розташуванням технологічного устаткування й трубопроводів із вказівкою рекомендованих місць розташування щитів і пультів;
4. креслення технологічного устаткування, на яке передбачається установка приладів і засобів автоматизації;
5. переліки й характеристика приладів, засобів автоматизації, що поставляються комплектно з основним технологічним устаткуванням;
6. схеми електропостачання, силового живлення, схеми керування електродвигунами, типи пускової апаратури, які можуть бути використані при проектуванні СА;
7. дані для розрахунків регульовальних органів, звужуючих пристроїв, техніко-економічної ефективності.

## 2. Стадії проектування й склад проектної документації

Проектування СА технологічних процесів виконують або у дві стадії: “Проект” і “Робоча документація”, або в одну стадію – “Робочий проект”

На стадії “**Проект**” розробляється наступна документація:

1. структурні схеми контролю й керування ( для складних систем);
2. структурні схеми комплексу технічних засобів (якщо є);
3. функціональні схеми автоматизації технологічних процесів;
4. плани розташування щитів, пультів, засобів обчислювальної техніки;
5. замовлені специфікації на прилади й засоби автоматизації, щити й пульти, основні монтажні матеріали;
6. технічні вимоги на розробку нестандартного устаткування;
7. кошторис на устаткування і його монтаж;
8. пояснювальна записка;
9. завдання генеральному-проектувальникові:
  - на забезпечення засобів автоматизації електроенергією, стисненим повітрям, теплоносіями;
  - на щитові приміщення;
  - на забезпечення засобами виробничому зв’язку ;
  - на розміщення й установку на устаткуванні добірних пристроїв, первинних приладів, регулювальних органів.

Перераховані завдання до проекту не прикладаються, а передаються генеральному проектувальникові для узгодження й виконання.

На стадії “**Робоча документація**” розробляються:

- 1,2,3 – як у стадії “Проект”;
4. принципові електричні й пневматичні схеми контролю, регулювання, керування, сигналізації й живлення;
5. загальні види пультів і щитів;
6. схеми з’єднання проводок;
7. схеми зовнішніх електричних і трубних проводок;
8. плани розташування засобів автоматизації, електричних і трубних проводок;
9. нетипові креслення установки засобів автоматизації;

10. загальні види нестандартного устаткування;
11. пояснювальна записка;
12. розрахунки регулювальних органів, звужуючих пристроїв, систем регулювання;
13. специфікації на замовлення приладів та засобів автоматизації, електроапаратури, щитів і пультів, основних монтажних матеріалів;
14. перелік типових креслень на установку засобів автоматизації;
15. уточнені завдання генеральному проектувальникові (завдання зв'язані розробкою систем автоматизації), якщо немає змін, треба підтвердити завдання, видане на стадії “Проект”.

До складу “**Робочого проекту**” при одностадійному проектуванні входить:

1. технічна документація, розроблена в складі робочої документації при двохстадійному проектуванні;
2. кошторис на устаткування й монтаж.

У тих випадках, коли частина приладів поставляється комплектно з технологічним устаткуванням, проектні матеріали на них відбиваються в кресленнях і в специфікації на замовлення, але із застереженням про їхню комплектну поставку.

Для зручності роботи із проектною документацією при підготовці й виробництві монтажних і налагоджувальних робіт, замовленні устаткування й матеріалів і т.п. проектну документацію комплектують у вигляді декількох альбомів.

Наприклад, альбом 1 “Основний пакет робочих креслень”; альбом 2 “Специфікації на замовлення устаткування й матеріалів”; альбом 3 “Технічна документація на комплекси технічних засобів”.

Для зручності роботи з комплектом, у кожному альбомі повинен бути перелік усіх альбомів проекту й перелік матеріалів даного альбому. При невеликому обсязі проектів допускається менша кількість альбомів. При великому обсязі якого-небудь альбому допускається розділити його на частини із присвоєнням подвійних номерів.

## Лекція 2 ФУНКЦІОНАЛЬНІ СХЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

*1. Загальні положення*

*2. Умовні позначення приладів та засобів автоматизації на функціональних схемах автоматизації*

*3. Позначення основних контрольованих і регульованих величин, функціональних ознак приладів.*

### **1. Загальні положення**

Функціональні схеми автоматизації є основним технічним документом, що визначають функціонально-блокову структуру окремих вузлів автоматичного контролю, керування й регулювання. Об'єктом керування в системах автоматизації технологічних процесів є сукупність основного й допоміжного устаткування.

Завдання автоматизації вирішуються найбільше ефективно тоді, коли вони проробляються в процесі розробки технологічного процесу.

При розробці функціональних схем необхідно розв'язати наступні завдання:

1. одержання первинної інформації про стан технологічного процесу й устаткування;
2. контроль і реєстрація технологічних параметрів процесу й стану устаткування;
3. стабілізація технологічних параметрів процесу;
4. безпосередній вплив на процес для керування ним.

Зазначені завдання зважаються на підставі аналізу умов роботи технологічного устаткування, виявлених законів і критеріїв керування, а також вимог, пропонованих у точності контролю й регулювання технологічних параметрів, надійності і якості регулювання.

Результатом складання функціональних схем є:

1. вибір методів виміру технологічних параметрів;
2. вибір основних технічних засобів автоматизації;
3. розміщення засобів автоматизації на щитах, пультах, технологічному устаткуванні й трубопроводах.

Основні принципи, якими слід керуватися при розробці функціональних схем автоматизації, наступні:

1. рівень автоматизації технологічного процесу в кожний період часу повинен визначатися не тільки доцільністю впровадження певних комплексів технічних засобів і досягнутим рівнем науково-технічних розробок, але й перспективою модернізації й нарощування СА;

2. при виборі технічних засобів повинні враховуватися вид і характер технологічних процесів, умови пожежо- і вибухонебезпечності, агресивність і токсичність навколишнього середовища, параметри й фізико-хімічні властивості вимірюваного середовища, відстані від місць установки датчиків, виведених механізмів і регульовальних органів до пункту контролю й керування, необхідна точність і швидкодія засобів автоматизації;

3. СА, як правило, повинна будуватися на базі засобів, автоматизації й обчислювальної техніки, що серійно випускаються. Необхідно застосовувати однотипні прилади й засоби автоматизації, що дає значні переваги при монтажі, налагодженні й експлуатації;

4. у якості приладів і засобів автоматизації слід використовувати прилади й засоби автоматизації систем ДСП (державна система приладів);

5. вибір засобів автоматизації, що використовують допоміжну енергію (електрична, пневматична, гідравлічна ) – визначаються умовами пожежо- і вибухонебезпечності, агресивності навколишнього середовища, вимогами швидкодії;

6. кількість приладів, апаратури керування й сигналізації, установлюваних на щитах і пультах повинне бути обмежене. Надлишок приладів ускладнює експлуатацію, відволікає персонал від спостереження за основними параметрами. Частина приладів і засобів автоматизації допоміжного призначення доцільно розміщати на окремих щитах, які розташовуються у виробничих приміщеннях.

## **2. Умовні позначення приладів та засобів автоматизації на функціональних схемах автоматизації**

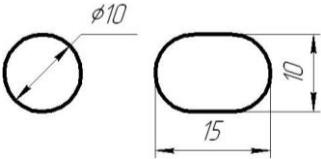
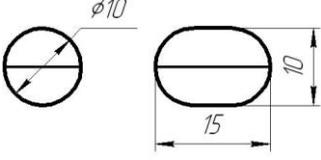
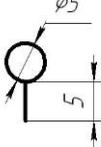
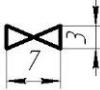
Технологічне устаткування й комунікації на функціональних схемах автоматизації повинні зображуватися, як правило, спрощено, без технологічних апаратів і трубопроводів допоміжного призначення. Однак, технологічна

схема повинна давати ясну уяву про принцип її роботи й взаємодії із засобами автоматизації.

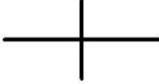
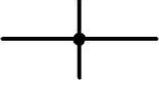
Прилади й засоби автоматизації на функціональних схемах показують згідно з умовними зображеннями за ГОСТ 21.404 – 85.

Система позначень ґрунтується на функціональних ознаках, виконуваних приладами. Складні пристрої рекомендується зображувати у вигляді прямокутників.

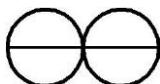
Таблиця 1 – Основні умовні позначення приладів і засобів автоматизації за ГОСТ 21.404 – 85.

Найменування	Позначення
Первинний вимірювальний перетворювач (датчик), прилад встановлений за місцем.	
Прилад, встановлений на щиті або пульті.	
Виконавчий механізм. Загальне призначення.	
Регулювальний орган	
Лінія зв'язку	

Продовження табл. 1

Перетин ліній зв'язку без з'єднання один з одним.	
Перетин ліній зв'язку із з'єднанням один з одним.	

Складні прилади, що виконують кілька функцій, допускається зображувати декількома колами, які примикають одне до одного.



Зображення комплектів приладів і засобів автоматизації можна показати в розгорнутому або спрощеному виді. На схемах при розгорнутому зображенні показуються всі елементи, що входять до складу комплексу. При спрощеному зображенні на схемі не показуються первинні вимірювальні перетворювачі й вся допоміжна апаратура.

### 3. Позначення основних контрольованих і регульованих величин, функціональних ознак приладів.

Для позначення основних контрольованих і регульованих величин, функціональних ознак приладів, застосовуються літерні позначення, які наносяться у верхній частині окружності.

Таблиця 2 – Літерні умовні позначення за ГОСТ 21.404 – 85

Позн.	Вимірювана величина		Функції, виконувані приладом
	Основне значення	Додаткове значення	
1	2	3	4
A	—	—	сигналізація

Продовження табл. 2

1	2	3	4
C	—	—	регулювання, керування
D	щільність	різниця, перепад	—
E	будь-яка ел. велич.	—	—
F	витрата	співвідношення	—
G	розмір, положення	—	—
H	ручний вплив	—	верхня межа вимірюваної величини
I	—	—	показання
J	—	—	автомат. перемикання
K	час	—	—
L	рівень	—	нижня межа вимірюваної величини
M	вологість	—	—
P	тиск, вакуум	—	—
Q	величина що характер. склад, концентрацію	інтегрування, підсумовування	—
R	радіоактивність	—	реєстрація
S	швидкість, частота	—	включення, відключення, перемикання
T	температура	—	—
U	декілька різних величин	—	—
V	в'язкість	—	—
W	маса	—	—

### Лекція 3

## ФУНКЦІОНАЛЬНІ СХЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

1. Додаткові літерні позначення перетворювачів та функціональних ознак приладів

2. Порядок розташування літерних позначень та приклади побудови умовних позначень приладів та засобів автоматизації

3. Позиційне позначення приладів та засобів автоматизації.

### 1. Додаткові літерні позначення перетворювачів та функціональних ознак приладів

Таблиця 3 – Додаткові літерні позначення, що відбивають функціональні ознаки приладів за ГОСТ 21.404 – 85

Найменування	Позначення
Первинний вимірювальний перетворювач (датчик)	Е
Дистанційна передача (проміжне перетворення).	Т
Станція керування	К
Перетворення (окреме обладнання)	У

Таблиця 4 – Додаткові позначення, застосовувані для побудови перетворювачів сигналів за ГОСТ 21.404 – 85

Найменування	Позначення
1. Рід сигналу:	
- електричний	Е
- пневматичний	Р
2. Вид сигналу:	
- аналоговий	А
- дискретний	Д

## 2. Порядок розташування літерних позначень та приклади побудови умовних позначень приладів та засобів автоматизації

Порядок розташування літерних позначень у верхній частині кола (зліва направо) повинен бути наступний:

1. позначення основної вимірюваної величини;
2. позначення, що уточнюють (якщо необхідно) основну вимірювану величину;
3. позначення функціональної ознаки приладу.

Функціональні ознаки, якщо їх декілька в одному приладі також розташовуються в певному порядку: JRCSA

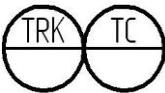
Наприклад, вторинний прилад для виміру температури – що показує та реєструє:



Таблиця 5 – Приклади побудови умовних позначень за ГОСТ 21.404 – 85.

№	Найменування	Позначення
1	2	3
1.	Первинний вимірювальний перетворювач (датчик) для виміру температури, встановлений за місцем.	Символ TE в колі, де літери T та E розташовані в ряд у верхній частині кола.
2.	Прилад для виміру температури, що показує, встановлений за місцем.	Символ TI в колі, де літери T та I розташовані в ряд у верхній частині кола.
3.	Прилад для виміру температури, що показує, встановлений на щиті.	Символ TI в колі, де літери T та I розташовані в ряд у верхній частині кола, а горизонтальна лінія проходить по нижній частині кола.
4.	Прилад для виміру температури, безшкальний, з дистанційною передачею показань, встановлений за місцем.	Символ TT в колі, де літери T та T розташовані в ряд у верхній частині кола, а горизонтальна лінія проходить по нижній частині кола.

Продовження табл. 5

1	2	3
5.	Прилад для виміру температури, що показує, реєструє, встановлений на щиті.	
6.	Прилад для виміру температури, з автоматичним перемикаючим пристроєм, що показує, реєструє, встановлений на щиті (багатоканальний прилад).	
7.	Прилад для виміру температури, що реєструє, регулює, встановлений на щиті.	
8.	Регулятор температури, встановлений на щиті.	
9.	Комплект для виміру температури, що реєструє, регулює, оснащений станцією керування, встановлений на щиті.	
10	Прилад для виміру температури, що показує, реєструє, із сигнальним пристроєм, встановлений на щиті (сигналізація максимального значення)	
11	Прилад для виміру перепаду тиску, що показує, встановлений за місцем.	
12	Регулятор співвідношення витрат, встановлений на щиті.	
13	Прилад для виміру рівня, що показує, із сигнальним пристроєм, встановлений на щиті (сигналізація верхнього й нижнього рівня).	

Продовження табл. 5

1	2	3
14	Первинний вимірювальний перетворювач для виміру якості продукту, встановлений за місцем (датчик рН – метра)	
15	Прилад для виміру витрати, що показує, інтегрує, встановлений за місцем.	
16	Перетворювач витрати, встановлений на щиті (вхідний сигнал – електричний; вихідний – пневматичний).	
17	Перетворювач температури, встановлений на щиті (вхідний сигнал – електричний; вихідний – електричний).	
18	Пускова апаратура для керування електродвигуном, встановлена за місцем.	
19	Задатчик (ручний), встановлений на щиті.	
20	Блок або панель керування, встановлені на щиті.	
21	Перемикач ланцюгів керування, встановлений на щиті.	

При позначенні комплектів, призначених для виміру декількох різнорідних величин, первинні перетворювачі слід позначати відповідно до вимірюваної величини, на першому місці при позначенні вторинного приладу повинна стояти буква U, наприклад:

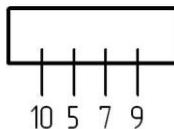


Датчики тиску на схемах не позначаються. Іноді, при побудові позначень комплектів, призначених для виміру якості непрямим методом, перша буква в позначенні датчика може відрізнитися від першої букви в позначенні вторинного приладу. Наприклад, вимір концентрації по величині щільності:

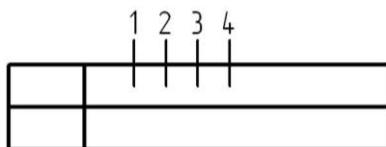


Щити й пульти керування на функціональних схемах зображуються умовно у вигляді прямокутників довільних розмірів, але достатніх для нанесення графічних умовних позначень.

Зв'язок між засобами автоматизації зображується однією лінією, незалежно від фактичної кількості проводів або труб. До умовних позначень приладів для вхідних і вихідних сигналів, лінії зв'язку допускається підводити з будь-якої сторони. Лінії зв'язку наносяться по найкоротшій відстані. Допускається перетинання лініями зв'язку зображень технологічного устаткування. Перетинання лініями зв'язку умовних зображень приладів не допускається. Для складних схем лінії зв'язків допускається розривати. Для зручності читання схем, обидва кінця в місцях розриву позначаються однією й тією ж арабською цифрою. Рекомендується нумерацію ліній зв'язку виконувати в горизонтальний ряд.



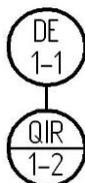
З боку щита керування номера повинні зростати.



### 3. Позиційне позначення приладів та засобів автоматизації.

Усім приладам і засобам автоматизації привласнюється позиційне позначення. Воно виконується або арабськими цифрами, або арабськими цифрами й буквами російського алфавіту. Нумерація проставляється в нижній частині кола.

Наприклад: 1 – 1; 1 а; 1 – 2; 1 б.



Перша цифра позначає номер комплекту, друга цифра – порядковий номер елемента в даному комплекті.

## Лекція 4 ФУНКЦІОНАЛЬНІ СХЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

*1. Приклад оформлення функціональної схеми автоматизації з використанням локальних засобів автоматизації.*

*2. Приклад оформлення функціональної схеми автоматизації з використанням мікроконтролера.*

### **1. Приклад оформлення функціональної схеми автоматизації з використанням локальних засобів автоматизації.**

**1 контур** – (див. рис. 1) стабілізація витрати початкової суміші. Датчик витрати – діафрагма (поз. 1 – 1). Сигнал з діафрагми подається на дифманометр із пневматичним вихідним сигналом (поз. 1 – 2). Далі пневматичний сигнал подається на вторинний реєструючий прилад зі станцією керування (поз. 1 – 3). Далі сигнал надходить на виконавчий механізм з регулювальним органом, який встановлений на лінії подачі початкової суміші (поз. 1 – 5).

**2 контур** – регулювання рівня в кубі колони. Датчиком рівня є рівнемір буйковий, конструктивно виконаний разом із пневматичним перетворювачем (2 – 1 на схемі й 2 – 1 у приладах за місцем). Пневматичний вихідний сигнал подається на пневматичний комплект (аналогічний контуру 1).

**3 контур** – контроль тиску в колоні. Використовується звичайний манометр, що показує, встановлений за місцем (поз. 3).

**4 контур** – стабілізація витрати охолоджувальної води в дефлегматор. Датчиком витрати є діафрагма (поз. 4 – 1). Сигнал з діафрагми подається на дифманометр з електричним вихідним сигналом (поз. 4 – 2). Далі сигнал надходить на вторинний показуючий та реєструючий прилад (4 – 3). Далі сигнал надходить на автоматичний регулятор (поз. 4 – 4). Сюди ж надходить сигнал від задатчика (поз. 4 – 5). Далі сигнал з автоматичного регулятора надходить на блок керування (перехід з ручного керування на автоматичне й навпаки) (поз. 4 – 6). Потім сигнал надходить на пускач (поз. 4 – 7) і далі на виконавчий механізм з регулювальним органом (поз. 4-8).

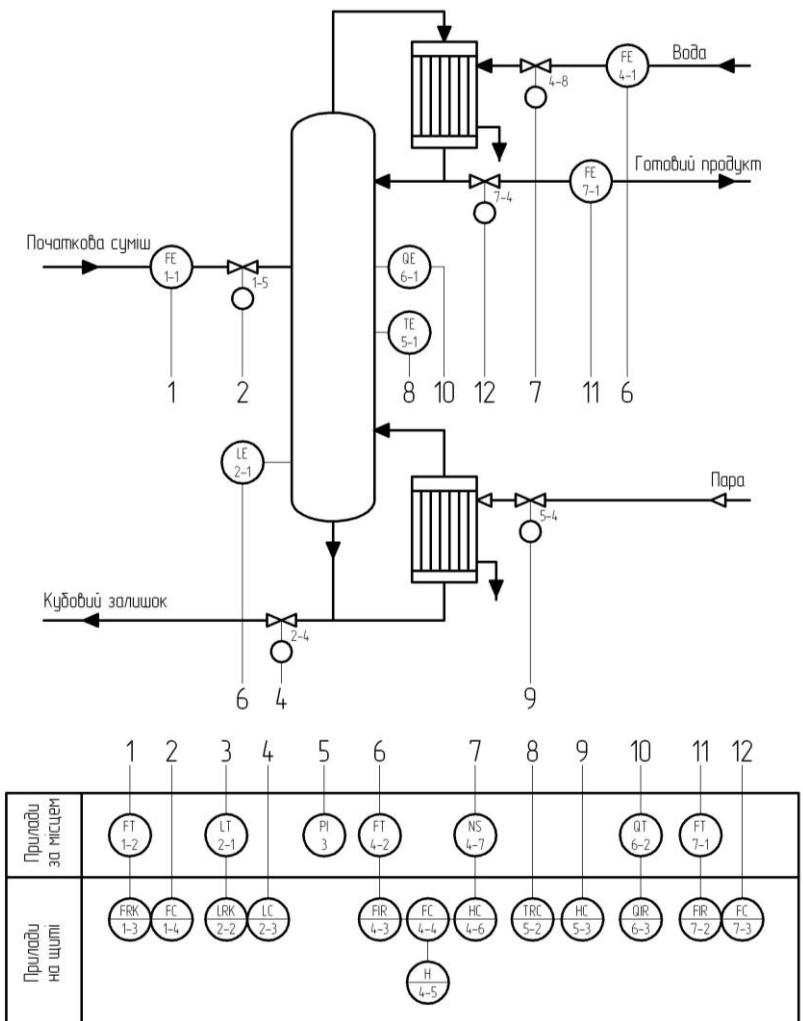


Рисунок 1 – Оформлення функціональної схеми автоматизації при її реалізації на локальних засобах автоматизації

**5 контур** – регулювання температури в колоні. Датчиком температури є термометр опору (поз. 5 – 1). Сигнал з термометра опору подається на автоматичний електронний міст із пневматичним регулюючим пристроєм (поз. 5 – 2). Потім сигнал надходить на панель керування (поз. 5 – 3). І далі сигнал надходить на виконавчий механізм із регулювальним органом, встановлений на лінії подачі пари в змішувач (теплообмінник) (поз. 5- 4).

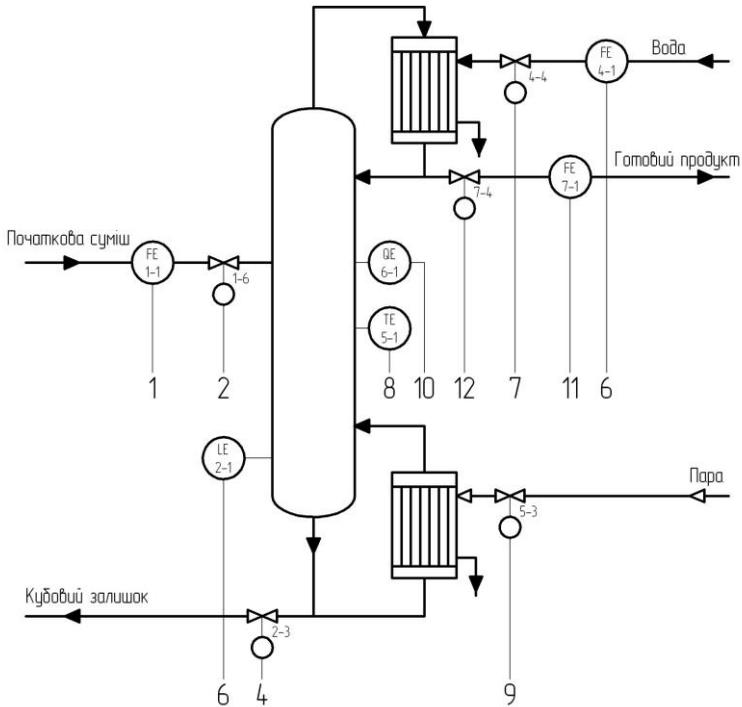
**6 контур** – контроль концентрації в колоні. Датчиком концентрації є кондуктометр (поз. 6 – 1). Потім сигнал надходить на проміжний перетворювач (поз. 6 – 2) і далі на вторинний прилад (поз. 6 – 3).

**7 контур** – контур стабілізації витрати готового продукту. Датчиком витрати є ротаметр із пневматичним вихідним сигналом (конструктивно єдине ціле). Далі аналогічно контуру 1.

## **2. Приклад оформлення функціональної схеми автоматизації з використанням мікроконтролера.**

**1 контур** – (див. рис. 2) стабілізація витрати початкової суміші. Датчик витрати – діафрагма (поз. 1 – 1). Сигнал з діафрагми подається на дифманометр із електричним вихідним сигналом (поз. 1 – 2). Далі уніфікований електричний сигнал одночасно подається на відеографічний багатоканальний реєстратор (поз. 1 – 3), за допомогою якого здійснюється контроль та реєстрація технологічних параметрів, та на аналоговий вхід багатоканального мікропроцесорного контролера (поз. 1 – 4). Сигнал з контролера через електропневмоперетворювач (поз. 1 – 5), де аналоговий електричний сигнал керування перетворюється в пневматичний і далі надходить на пневматичний виконавчий механізм із регулювальним органом (поз. 1 – 6), який встановлений на лінії подачі початкової суміші.

**2 контур** – регулювання рівня в кубі колони. Датчиком рівня є рівнемір буйковий, конструктивно виконаний разом із пневматичним перетворювачем (2 – 1 на схемі й 2 – 1 у приладах за місцем). Пневматичний вихідний сигнал подається на пневмоелектроперетворювач (поз. 2 – 2), де аналоговий пневматичний сигнал від ротаметра перетворюється в аналоговий електричний сигнал, який і подається одночасно на вхід аналогового сигналу мікроконтролера (поз. 1 – 4) та реєстратора (поз. 1 – 3). Подальший опис аналогічний контуру 1.



		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Прилади за місцем		FT 1-2		LT 2-1		PI 3	FT 4-2	NS 4-3			QT 6-2	FT 7-1	
Пульт оператора	Прилади на пульті	UIR 1-3	FY 1-5	F/P LY 2-2	P/E LY 2-3					LY 5-2	F/P	FY 7-2	P/E FY 7-3
	Контроль												
	Регулювання												
	Сигналізація												
ПЕОМ оператора (СКАДА-система)													RS-485

Рисунок 2 – Оформлення функціональної схеми автоматизації при її реалізації з використанням мікропроцесорного контролера

**3 контур** – контроль тиску в колоні. Використовується звичайний манометр, що показує, встановлений за місцем (поз. 3).

**4 контур** – стабілізація витрати охолоджувальної води в дефлегматор. Датчиком витрати є діафрагма (поз. 4 – 1). Сигнал з діафрагми подається на дифманометр із електричним вихідним сигналом (поз. 4 – 2). Далі уніфікований електричний сигнал одночасно подається на відеографічний багатоканальний реєстратор (поз. 1 – 3), та на аналоговий вхід багатоканального мікропроцесорного контролера (поз. 1 – 4). Сигнал з імпульсних виходів контролера надходить на пускач (підсилювач потужності) (поз. 4 – 3) і далі на електричний виконавчий механізм із регульовальним органом (поз. 4-4).

**5 контур** – регулювання температури в колоні. Датчиком температури є термометр опору (поз. 5 – 1). Сигнал з термометра опору подається на аналоговий вхід багатоканального мікропроцесорного контролера (поз. 1 – 4), де аналоговий сигнал перетворюється в уніфікований струмовий і надходить до відеографічного реєстратора (поз. 1 – 4). Сигнал з контролера через електропневмоперетворювач (поз. 5 – 2) надходить на пневматичний виконавчий механізм із регульовальним органом (поз. 5 – 3), встановлений на лінії подачі пари в змійовик (теплообмінник).

**6 контур** – контроль концентрації в колоні. Датчиком концентрації є кондуктометр (поз. 6 – 1). Потім сигнал надходить на проміжний перетворювач (поз. 6 – 2) і далі на відеографічний багатоканальний реєстратор (поз. 1 – 3).

**7 контур** – контур стабілізації витрати готового продукту. Датчиком витрати є ротаметр із пневматичним вихідним сигналом (конструктивно єдине ціле). Далі аналогічно контуру 2.

## **Лекція 5**

### **ПРИНЦИПОВІ ЕЛЕКТРИЧНІ СХЕМИ**

1. *Загальні положення*
2. *Умовні графічні позначення на принципових електричних схемах*
3. *Позиційне позначення елементів на принципових електричних схемах*

#### **1. Загальні положення**

Для зображення взаємного електричного зв'язку апаратів і устаткування, дії яких забезпечують розв'язування завдань керування, захисту, сигналізації служать електричні схеми. Вони є підставою для розробки інших документів проекту, наприклад: таблиць підключень і з'єднань у щитах і пультах.

При розробці систем автоматизації звичайно виконують принципові електричні схеми самостійних елементів, установок або ділянок системи.

Використовуючи ці схеми, якщо буде потреба, складають принципові електричні схеми, що охоплюють цілий комплекс окремих елементів.

У загальному випадку на кресленнях принципових електричних схем у проектах автоматизації технологічних процесів повинні зображуватися:

1. ланцюги керування, регулювання, сигналізації, виміру;
2. контакти апаратів даної схеми, зайняті в інших схемах;
3. діаграми й таблиці включення контактів, ключів керування, програмних засобів, кінцевих і шляхових вимикачів і інших багатопозиційних апаратів;
4. необхідні пояснення;
5. перелік елементів.

#### **2. Умовні графічні позначення на принципових електричних схемах**

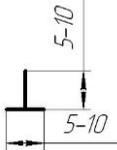
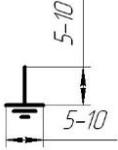
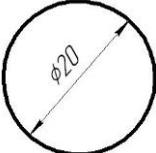
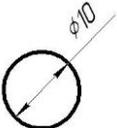
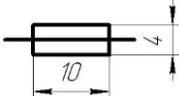
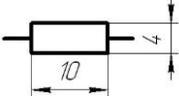
Усі елементи на принципових електричних схемах зображують у вигляді умовних графічних позначень, відповідно до ГОСТ 2710 – 81 (див табл. 6).

Умовні графічні позначення в схемах виконують сполученим або рознесеним способом.

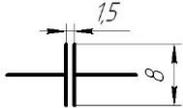
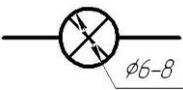
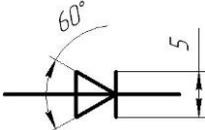
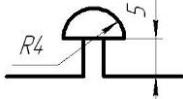
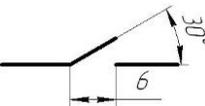
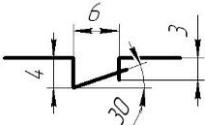
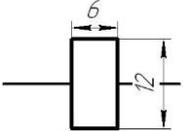
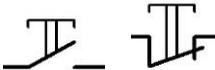
При сполученому способі складові частини елементів зображують на схемах у зібраному виді. При цьому з'єднання виконують від апарата до апа-

рата, а самі апарати мають у своєму розпорядженні такий образ, щоб з'єднання виходили найбільш простими й наочними. Сполучений спосіб зображення умовних графічних позначення знаходить застосування для зображення складних регулюючих приладів: інформаційних і керуючих обчислювальних машин, апаратури телемеханіки і т.д.

Таблиця 6 – Умовні графічні позначення

Найменування	Позначення
1	2
Корпус	
Заземлення	
Статор електричної машини (загальне позначення)	
Ротор електричної машини (загальне позначення)	
Запобіжник плавкий (загальне позначення)	
Резистор (загальне позначення)	

Продовження табл. 6

1	2
Конденсатор (загальне позначення)	
Котушка індуктивності (обмотка)	
Лампа сигнальна	
Діод напівпровідниковий (загальне позначення)	
Дзвінок електричний	
Контакт замикаючий	
Контакт розмикаючий	
Котушка електромеханічного обладнання	
Вимикач кнопковий натискний	

При рознесеному способі, умовні графічні позначення складових частин елементів розташовують у різних місцях схеми. У цьому випадку принципові електричні схеми складаються з ряду ланцюгів, розташованих зліва направо і зверху вниз у порядку послідовності дії окремих елементів схеми в часі. Переважно розташовувати окремі ланцюги в горизонтальний рядок, щоб вони читалися зліва направо, а вся схема йшла зверху вниз.

Усі апарати на електричних схемах слід зображувати у відключеному стані. Усі лінії зв'язку між апаратами повинні бути показані повністю. Однак, якщо їх графічне зображення утрудняє читання схеми, припустимо розривати лінії зв'язку.

Для полегшення розуміння принципових електричних схем на них приводять необхідні написи, що пояснюють. При автоматизації різних технологічних процесів та сама схема може бути використана для декількох різних механізмів. Для скорочення загального числа креслень принципові електричні схеми багаторазового використання доповнюються відповідними примітками. Основні характеристики всіх апаратів і елементів, використовуваних у даній схемі, повинні бути наведені в переліку елементів, який оформляється у вигляді таблиці й заповнюється зверху вниз. Перелік звичайно розташовують над основним написом. Можливо його виконання у вигляді окремого документа на аркушах формату А4. Як правило, у переліку вказуються:

1. позиційне позначення;
2. найменування;
3. кількість;
4. примітка.

### **3. Позиційне позначення елементів на принципових електричних схемах**

При розробці принципових електричних схем усі апарати, які наведені на схемі, одержують позиційне позначення, яке зберігається для позначення всіх його елементів.

При розробці принципових електричних схем у складі проекту автоматизації застосовують літерно-цифрове позначення апаратів.

У першій частині позиційного позначення повинен бути зазначений вид елемента, і містить одну або дві прописні літери латинського алфавіту.

У другій частині позиційного позначення повинен бути зазначений порядковий номер елемента.

Порядкові номери привласнюють, починаючи з одиниці й, відповідно до послідовності розташування їх на схемі. Рекомендується застосовувати дволітерний код, але допускається й одна буква. Наприклад, якщо в схемі є магнітний пускач, але немає реле, то пускач можна позначити K1, хоча для нього є позначення KM1.

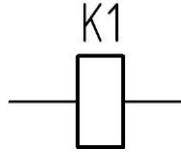
Таблиця 7 – Літерні коди найпоширеніших видів елементів за ГОСТ 2710 – 81.

Однолітерний код	Група видів елементів	Види елементів	Дволітерний код
1	2	3	4
A	Пристрій (загальне позначення)	—	—
B	Перетворювачі неелектричних величин в електричні	—	—
C	Конденсатори	—	—
D	Мікросхеми	—	—
E	Елементи різні	Нагрівальний елемент Лампа освітлювальна	EK EL
F	Захисні пристрої	—	—
G	Джерела живлення	—	—
H	Елементи індикаторні й сигнальні	Прилад звукової сигналізації Прилад світлової сигналізації	HA HL

Продовження табл. 7

1	2	3	4
К	Реле, контактори	Реле струмове Реле напруги Реле електро- теплове Контактор ма- гнітний Реле часу	КА КV  КК  КМ КТ
L	Котушка індуктивності	—	—
M	Двигуни	—	—
P	Прилади, вимірюва- льне обладнання	—	—
Q	Вимикачі силових ланцюгів	—	—
R	Резистори	—	—
S	Обладнання комута- ційне	Вимикач або перемикач Вимикач кноп- ковий натиск- ний	SA  SB
T	Трансформатор	Струму Напруги	ТА TV
V	Прилади електрова- куумні, напівпрові- дникові	Діод	VD
X	З'єднання контактні	З'єднання роз- бірне	XT

Позиційні позначення проставляють на схемі поруч із умовними графічними позначеннями елементів із правої сторони або над ними.



Крім позиційного позначення елементів, необхідне маркування електричних ділянок ланцюгів. Усі ділянки електричних кіл, розділені контактами апаратів, обмотками реле, резисторами, діодами й ін. елементами, повинні мати різне маркування.

Для маркування ділянок ланцюгів застосовують арабські цифри й прописні букви латинського алфавіту.

Послідовність маркування повинна бути від джерела живлення до споживача. Фази змінного струму маркують: А, В, С – ланцюга трифазного струму; А, N; В, N; С, N – ланцюги однофазного струму. Силві ланцюги постійного струму маркують непарними числами – ділянки позитивної полярності, парними числами – ділянки негативної полярності. Ланцюги керування, захисту, сигналізації, виміру маркують послідовними числами. Маркування проводять за функціональною ознакою залежно від їхнього призначення. Рекомендується для ланцюгів виміру, регулювання, керування використовувати групу чисел від 1 до 399. Для ланцюгів сигналізації 400 – 799 і для ланцюгів живлення 800 – 999.

## Лекція 6 СХЕМИ СИГНАЛІЗАЦІЇ

1. *Загальні положення, класифікація схем сигналізації*
2. *Схема сигналізації положення*
3. *Схема технологічної сигналізації*

### 1. Загальні положення, класифікація схем сигналізації

При автоматизації різних технологічних процесів, створенні систем централізованого контролю й керування велика увага приділяється пристроям сигналізації, призначеним для оповіщення обслуговуючого персоналу про стан контрольованого об'єкта. Для відбиття стану окремих елементів об'єкта використовують світлові покажчики й звукові сигнали.

Схеми сигналізації класифікують в такий спосіб.

#### 1. По призначенню:

- схеми сигналізації положення, що сповіщають про стан контрольованих об'єктів;
- схеми командно-переговорної сигналізації, що передають заздалегідь певні команди або сигнали з одного приміщення в інше;
- схеми сигналізації дії захисту й автоматики, що інформують про роботу автоматичного захисту й блокувань;
- схеми технологічної сигналізації, що сповіщають про порушення нормального ходу технологічного процесу.

Технологічна сигналізація буває двох видів:

**попереджувача** – це сигналізація про ненормальні, але поки ще припустимих значеннях контрольованих або регульованих величин. Поява попереджувачих сигналів указує обслуговуючому персоналу на необхідність вживання певних заходів для усунення несправностей. Ця сигналізація звичайно виконується індивідуально по світловому сигналу й у вигляді загального для щита керування звукового сигналу;

**аварійна** – це сигналізація про неприпустимі значення контрольованих величин. Поява аварійних сигналів повинне супроводжуватися дією пристроїв аварійного автоматичного захисту й блокування. Аварійна сигналізація

вимагає негайного втручання й тому у відмінності від попереджуючої повинна здійснюватися миготливим світлом і звуком різкого тону.

2. За принципом дії:

- схеми з індивідуальним зніманням звукового сигналу – вони відрізняються простотою й наявністю для кожного сигналу індивідуальної кнопки, що дозволяє відключити звуковий сигнал;

- схеми із центральним зніманням звукового сигналу без повторності дії – вони оснащені єдиним пристроєм, що дозволяє відключати звуковий сигнал, зберігаючи індивідуальний світловий сигнал. Недоліком таких схем є неможливість одержання нового звукового сигналу до розмикання контактів електричних пристроїв, що викликали появу першого сигналу;

- схема із центральним зніманням звукового сигналу й повторністю його дії. Вони відрізняються здатністю повторно подавати звукові сигнали, при спрацьовуванні будь-якого датчика сигналізації, незалежно від стану всіх інших датчиків.

3. По виду сигналу:

- схеми світлової сигналізації. Світлова сигналізація здійснюється рівним світлом, миготливим світлом, горінням сигнальних ламп неповним розжарюванням, світловими покажчиками різного кольору;

- схеми звукової сигналізації. Звукова сигналізація може відрізнятися по тембру звукового сигналу (дзвінок, гудок, сирена);

- схеми змішаної сигналізації (звукова й світлова).

4. По роду струму:

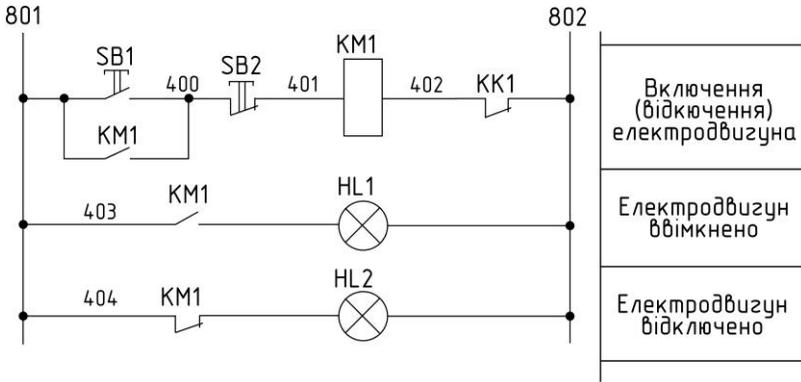
- схеми на постійному струмі;

- схеми на змінному струмі.

Вибір напруги й роду струму звичайно виконують залежно від значення допустимої напруги, струму й розривної потужності контактів датчиків сигналізації, наявності джерел живлення. Слід мати на увазі, що застосування для схем сигналізації низької напруги (до 60 В) дозволяє використовувати малогабаритні реле, багатожильні телефонні кабелі, у результаті чого можна різко зменшити вартість устаткування.

## 2. Схема сигналізації положення

Найчастіше використовується для механізмів, які мають два положення: відкрите – закрите; включене – виключене.



KM1 – контактор магнітний; SB1 – кнопка “Пуск”; SB2 – кнопка “Стоп”;  
KM1 – контактор магнітний із двома замикаючими й одним розмикальним контактом;  
KK1 – розмикальний контакт теплового реле; HL1 – лампа, що сигналізує про включення електродвигуна; HL2 – лампа, що сигналізує про відключення електродвигуна.

Рисунок 3 – Схема сигналізації положення із двома сигнальними лампами

**Принцип дії схеми:** при включенні кнопки “Пуск” (SB1) спрацьовує контактор магнітний KM1, замикається його контакт у ланцюзі лампи HL1, яка сигналізує про включення електродвигуна. Одночасно кнопка SB1 блокується контактом KM1, контакт KM1 у ланцюзі лампи HL2 розмикається.

При вимкненні електродвигуна кнопкою “Стоп” (SB2) контактор KM1 знеструмується, контакт KM1 у ланцюзі лампи HL2 замикається, яка сигналізує про відключення електродвигуна.

### 3. Схема технологічної сигналізації

**Принцип дії схеми:** при замиканні, наприклад, технологічного контакту P2, через розмикальний контакт реле K1 і діод VD3 спрацьовує загальне реле сигналізації K1, самоблокується через кнопку SB2, включає звуковий сигнал HA1, подає живлення на проміжне реле K3. У результаті цього спрацьовує й самоблокується реле K3 контактами, що перемикають, якого відключають сигнальну лампу HL2 від лінії перевірки сигналізації й підключає її до

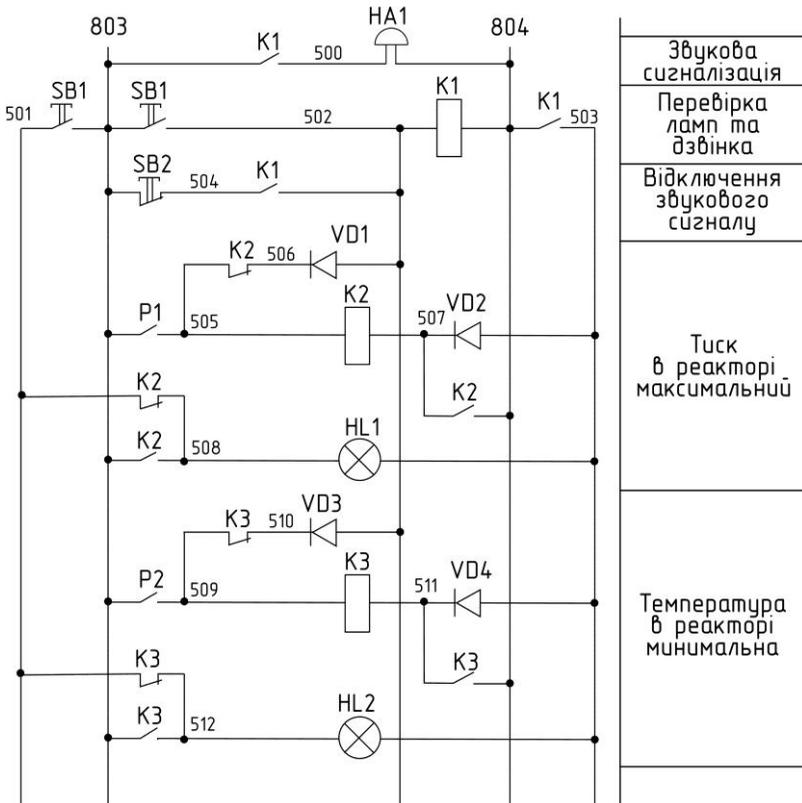


Рисунок 4 – Схема технологічної сигналізації з повторною дією звукового сигналу

лінії живлення. Розмикальний контакт реле К3 розриває ланцюг включення реле К1 через технологічний контакт Р2. При натисканні кнопки SB2 реле К1 знеструмлюється, звуковий сигнал відключається. Сигнальна лампа HL2 продовжує горіти до розмикання контакту Р2. При замиканні будь-якого іншого технологічного контакту схема готова видати як світловий, так і звуковий сигнал. Наявні в схемі діоди призначені для запобігання неправильних спрацьовувань проміжних реле. Випробування світлових і звукових сигналів здійснюється кнопкою SB1.

## Лекція 7

### ПРИНЦИПОВІ ПНЕВМАТИЧНІ СХЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

1. *Загальні положення*
2. *Умовні позначення на принципових пневматичних схемах автоматизації*
3. *Приклад оформлення принципових пневматичних схем автоматизації*

#### **1. Загальні положення**

Керування технологічними процесами часто будується на базі пневматичних засобів автоматизації, які застосовуються як самостійно, так і в комплекті з електричними приладами. Найбільш широке застосування пневматика знаходить при проектуванні систем автоматизації вибухо- та пожежезапечних технологічних процесів. Пневматичні засоби автоматизації характеризуються більшими функціональними можливостями, простотою конструкції й високою надійністю. Принципові пневматичні схеми становлять на підставі функціональних схем автоматизації й виконують без масштабу. У загальному випадку на схемі показують:

- усі засоби автоматизації, за допомогою яких здійснюється контроль, сигналізація, регулювання, керування даним функціональним вузлом;
- трубні сполучні лінії зв'язку;
- перелік використовуваних у даній схемі приладів, засобів автоматизації й іншої допоміжної апаратури;
- написи, що пояснюють.

Допоміжні обладнання: фільтри, манометри для контролю тиску повітря, живлення, запірні арматури – на схемі використовується в тому випадку, коли в проекті не розробляються принципові пневматичні схеми живлення.

#### **2. Умовні позначення на принципових пневматичних схемах автоматизації**

У зв'язку з відсутністю стандартних умовних графічних позначень пневматичних засобів автоматизації в принципових пневматичних схемах використовується спрощені зображення цих засобів у вигляді прямокутників. Як

правило в прямокутниках вказується номера приєднувальних штуцерів.

На схемі, елементи складові, функціональні групи або ті, що комплектуються у вигляді блоків, можуть виділятися тонкими штрих-пунктирними лініями із вказівкою позначень елементів.

Перемикаючі пристрої зображують на схемах у розгорнутому виді, у відключеному стані. Вони можуть зображуватися також в обраному робочому положенні із вказівкою на схемі режиму. Для зручності читання й полегшення роботи із принциповими пневматичними схемами вторинні прилади із вбудованими станціями керування можуть показуватися в розгорнутому виді.

Виконавчі механізми й регулювальні органи, як правило зображуються умовними зображеннями за ГОСТ 21.404-85 (тобто як на функціональних схемах).

Таблиця 8 – Буквені умовні позначення на принципових пневматичних схемах.

Найменування	Позначення
Датчик	Д
Вторинний вимірювальний прилад	ВВП
Вимірювальний механізм	
– що показує	ВМ-П
– самописний	ВМ-С
Регулятор	Р
Регулятор співвідношення	РС
Коригувальний регулятор	КР
Програмний задатчик	ПЗ
Ручний задатчик	РЗ
Станція управління	СУ
Кнопковий перемикач із кнопками:	
Автоматичного управління	А
Ручного дистанційного управління	Р
Програмного регулювання	АП
Виконавчий механізм	ВМ
Регулювальний орган	РО

У якості буквених умовних позначень (позиційні позначення) на принципових пневматичних схемах використовуються прописні букви російського алфавіту.

Трубні лінії зв'язку на схемах показуються суцільною лінією, а, ті електричні кола, що зустрічаються в деяких схемах – штрих-пунктирною.

Маркування трубних ліній зв'язку проводиться арабськими цифрами зліва направо, зверху – вниз. Усі номери привласнені пневматичним лініям зв'язку на схемах зберігаються у всіх інших схемах проекту.

Позиційні позначення елементів на схемах проставляються поруч із умовними графічними зображеннями (із правої сторони або над ними).

### **3. Приклад оформлення принципових пневматичних схемах автоматизації**

У одноконтурних системах регульованим об'єктом, як правило, є технологічний апарат або установка, хід процесу в якій характеризується однією незалежною регульованою величиною, підтримуваною на заданому значенні одним регулюючим пристроєм.

Залежно від динамічних властивостей регульованого об'єкту і вимог, що пред'являються до якості регулювання, поточне значення регульованої величини може підтримуватися на заданому значенні регуляторами, що відпрацьовують різні закони регулювання. При цьому взаємодія з регульованим об'єктом може бути здійснена по різних варіантах схем.

Одноконтурні стабілізуючі автоматичні системи регулювання поділяють на системи аналогової і дискретної дії. Аналогові системи реалізуються на базі аналогових регуляторів з П-, ПІ-, ПД- і ПІД-законами регулювання. Дискретні – на базі дискретних регуляторів, що відпрацьовують релейний закон регулювання.

Простий варіант аналогової автоматичної системи регулювання представлений на рис. 5. Система дозволяє проводити автоматичний контроль поточного значення регульованої величини, ручне дистанційне керування і автоматичне регулювання технологічного, параметра, що визначає хід процесу в регульованому об'єкті.

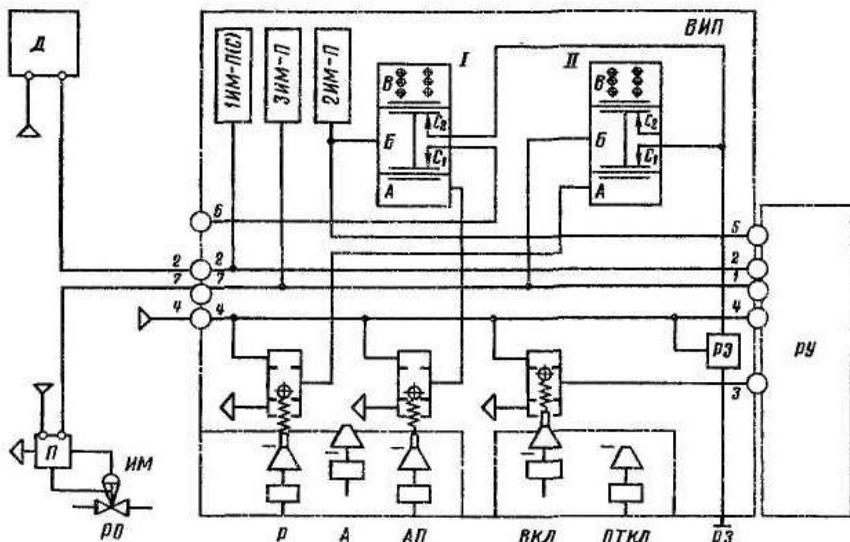


Рисунок 5 – Принципова пневматична схема одноконтурної стабілізуючої автоматичної системи регулювання (режим автоматичного регулювання)

Автоматичне регулювання (див. рис. 5). У режимі автоматичного регулювання окрім кнопки А натискається кнопка ВКЛ для включення в роботу РУ. При цьому камери А реле I і II сполучаються з лінією живлення. Сопла  $C_1$  закриті,  $C_2$  відкриті. Реле, що вимикає, РУ через кнопку ВКЛ і штуцер 3 сполучається з атмосферою, а вихід РУ – з виконавчим механізмом і вимірювальним механізмом ЗИМ-П вторинного приладу.

Завдання від РЗ поступає через сопло  $C_2$  реле I і штуцер 5 в РУ і до вимірювального механізму 2ИМ-П. Програмне завдання так само, як і при ручному управлінні, відключено тиском повітря в камері А реле I. Переход схеми з режиму автоматичного регулювання в режим ручного дистанційного керування супроводжується виконанням другої проміжної операції, яка зводиться до встановлення значення вихідного сигналу РЗ, рівного значенню вихідного тиску РУ. Для цього при натиснутій кнопці А натискається кнопка

ОТКЛ і ручним задатчиком проводиться зрівнювання сигналів. Після цього шляхом натиснення кнопки Р апаратура схеми переводиться в режим ручного дистанційного керування (кнопка А при цьому автоматично відпускається).

При функціонуванні даної автоматичної системи регулювання кнопка АП в кнопковому перемикачі, призначена для переключення апаратури управління в режим програмного регулювання, не використовується, тому штуцер 6 повинен бути заглушений.

Дотримання викладеної послідовності включення апаратури є необхідною умовою безаварійної роботи системи в цілому.

При порушенні цієї послідовності в роботі автоматичної системи регулювання можуть з'являтися відмови, що приводять до аварійних ситуацій, що слід враховувати при її проектуванні, налазці і експлуатації.

## Лекція 8

### МОДУЛЬНА КОНТРОЛЬНА №1

#### **Питання для самостійної підготовки й приклади практичних завдань до модульної контрольної роботи**

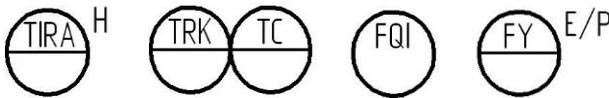
##### **Перелік теоретичних питань.**

1. Якими правилами повинні керуватися проектні організації при проектуванні систем автоматизації.
2. На основі й у відповідності з чим виконуються проекти систем автоматизації.
3. Що необхідно враховувати та використовувати при розробці та виконанні проектів систем автоматизації.
4. Які данні містяться в завданні на проектування.
5. Які початкові данні та матеріали повинні бути надані для виконання проектів систем автоматизації.
6. Яка документація розробляється на стадії «Проект».
7. Яка документація розробляється на стадії «Робоча документація».
8. Яка документація розробляється на стадії «Робочий проект».
9. Які задачі необхідно вирішити при розробці функціональних схем.
10. Що є результатом складання функціональних схем.
11. Основні умовні позначення (графічні) приладів та засобів автоматизації на функціональних схемах.
12. Буквені умовні позначення вимірюваної величини (основні значення).
13. Буквені умовні позначення функцій, що виконуються приладами.
14. Для чого слугують електричні схеми.
15. Що винне бути зображено на кресленнях принципів електричних схем у проектах автоматизації технологічних процесів.
16. Класифікація схем сигналізації по призначенню.
17. Класифікація схем сигналізації за принципом дії.
18. Класифікація схем сигналізації по виду сигналу.
19. Види технологічної сигналізації.
20. Позиційні позначення на принципів електричних схемах.

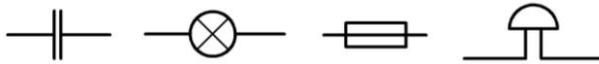
21. Буквені умовні позначення вимірюваної величини (основні значення).
22. Буквені умовні позначення функцій, що виконуються приладами.
23. Для чого слугують електричні схеми.
24. Що повинно бути зображено на кресленнях принципів електричних схем у проектах автоматизації технологічних процесів.

**Приклади практичних завдань.**

1. Пояснити, що означають наведені позначення:



2. Є схема сигналізації положення (навести). Пояснити принцип дії.
3. Дзвонить дзвоник та горить лампа HL1 у схемі технологічної сигналізації (навести)ї. Що виконує оператор і як при цьому спрацьовує схема.
4. Є схема сигналізації положення (навести). Поясніть, як проводиться відключення електродвигуна.
5. Навести позиційне позначення елементів:



6. Нанесіть графічні позначення елементів:

KM2    R3    HL3    K1

7. Є схема технологічної сигналізації (навести). Замкнутий контакт P1. Навести ланцюг живлення реле K2 та лампи HL1 після відключення звукового сигналу.
8. Розробити контур регулювання витрати в умовних позначеннях на приладах електричної гілки.

## Лекція 9

### ЩИТИ Й ПУЛЬТИ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ

1. Загальні положення та термінологія щитової продукції
2. Типи щитів та пультів
3. Рекомендації із застосування щитів і пультів
4. Розташування приладів і апаратури в щитах і пультах

#### 1. Загальні положення та термінологія щитової продукції

Щити призначені для розміщення засобів контролю й керування технологічним процесом.

Щити й пульти встановлюються як у виробничих, так і в спеціальних щитових приміщеннях.

Щити й пульти повинні відповідати ОСТ 36.13 – 90 “Щиты и пульты систем автоматизации технологических процессов. Общие технические условия”. Згідно цього ОСТ уводяться наступні терміни щитової продукції:

**Каркас** – жорсткий, об’ємний або плаский металевий кістяк, призначений для установки на ньому панелей, стінок, дверей, поворотних рам, монтажних приладів, електричних і трубних проводок.

**Шафа** – об’ємний каркас на опорній рамі, зі встановленими на ньому панелями, стінками, дверми, кришкою.

**Панель із каркасом** – об’ємний каркас на опорній рамі із установленими на ньому панелями.

**Стійка** – об’ємний або плаский каркас на опорній рамі.

**Корпус пульта** – об’ємний каркас із установленими стінками, дверми, стільницею.

**Щит шафовий** – шафа із установленою апаратурою, арматурою, електричними й трубними проводками, підготовленими до підключення зовнішніх ланцюгів.

**Щит панельний з каркасом** – панель із каркасом зі встановленою апаратурою, арматурою, електричними й трубними проводками, підготовленими до підключення зовнішніх ланцюгів.

**Статив** – стійка з об’ємним каркасом зі встановленою апаратурою, арматурою, електричними й трубними проводками, підготовленими до підключення зовнішніх ланцюгів.

чення зовнішніх ланцюгів.

**Пульт** – корпус пульта із установленою апаратурою, електричними й трубними проводками, підготовленими до підключення зовнішніх ланцюгів.

**Панель допоміжна** – панель для оформлення багатопанельних щитів.

**Панель декоративна** – панель для оформлення нижньої й верхньої частини щитів, а так само для монтажу елементів мнемосхеми.

**Вставка кутова** – елемент з'єднання двох суміжних, під кутом одного до іншого щитів або пультів.

## 2. Типи щитів та пультів

Щити й пульти бувають наступних типів:

### 1. Щити шафові:

а) із задніми дверми ЩШ-ЗД;

б) із задніми дверми, відкритий з двох сторін, з правої сторони, з лівої сторони, відповідно: ЩШ-ЗД-02; ЩШ-ЗД-ОП; ЩШ-ЗД-ОЛ;

в) двох або трьох секційні: ЩШ-2; ЩШ-3;

г) двох або трьох секційні, відкриті із двох сторін, з правої сторони, з лівої сторони: ЩШ-2-02; ЩШ-2-ОП; ЩШ-2-ОЛ;

д) малогабаритні ЩШМ.

### 2. Щити панельні з каркасом:

а) Щити панельні з каркасом: ЩПК;

б) Щит панельний з каркасом, закритий з правої сторони, закритий з лівої сторони: ЩПК-ЗП; ЩПК-ЗЛ;

в) Щит панельний з каркасом двох або трьох секційний: ЩПК-2; ЩПК-3;

г) Щит панельний двох або трьох секційний закритий з правої сторони, закритий з лівої сторони: ЩПК-2-ЗП; ЩПК-2-ЗЛ; ЩПК-3-ЗП; ЩПК-3-ЗЛ.

### 3. Стативи:

а) Статив: С

б) Статив двох або трьох секційний: С-2; С-3;

в) Статив плаский: СП.

4. Пульти:

а) Пульт: П;

б) Пульт правий, лівий, середній: П-П, П-Л, П-С;

в) Пульт з похилою приладовою приставкою: ПНП;

г) Пульт з похилою приладовою приставкою правий, лівий, середній:

ПНП-П, ПНП-Л, ПНП-С.

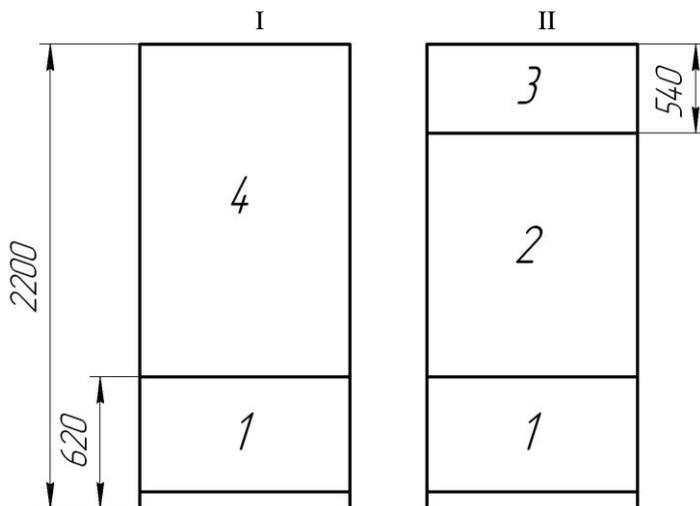
5. Допоміжні елементи:

а) Панель допоміжна: Пнв;

б) Панель декоративна: Пнд;

в) Вставка кутова: ВУ.

Усі щити мають модифікацію виконання: I або II, по кількості лицьових панелей на одній секції. Приклад:



1,2,3,4 – лицьові панелі

Рисунок 6 – Щити керування

Висота щитів може бути 1800 або 2200 мм, найчастіше використовується 2200 мм. Для малогабаритних 600 або 1000 мм. Ширина щитів 600 – 800 – 1000 мм. Глибина для шафових 600 – 800 мм, панельних 600 мм.

Висота пультів 900 мм, з похилої приладової приставки 1200 мм, ширина пультів 600-800-1000 мм. Такі ж розміри для стативів.

По ОСТ 36.13 – 90 передбачається умовний запис усіх модифікацій щитової продукції. Це виконується в такий спосіб:

1. найменування щитової продукції (щит, пульт, статив);
  2. його умовна позначення (тип);
  3. виконання (I або II);
  4. дані розмірів, що характеризують, щит. (Для одиночного ширина помножена на глибину, для секційних сума їх ширини.);
  5. вказуються дані по кліматичному виконанню й категорії розміщення.
- Усі щитові вироби повинні мати кліматичне виконання УХЛ4;

6. дані про ступені захисту від проникнення до струмоведучих частин, влучень сторонніх предметів, проникнення води. Щити шафові й пульти мають ступінь захисту IP30. Щити панельні й стативи мають ступінь захисту IP00. Останнім ставиться галузевий стандарт.

У такий спосіб умовний запис щита буде:

Щит ЩШ – ЗД – I – (800×600) – УХЛ4 – IP30 – ОСТ 36.13 – 90.

### **3. Рекомендації із застосування щитів і пультів**

1. Щити шафові рекомендується застосовувати у виробничих приміщеннях.
2. Щити панельні з каркасом і допоміжні елементи до них – в операторських приміщеннях.
3. Стативи для установки допоміжної апаратури, як у виробничих, так і в операторських приміщеннях.
4. Пульти, у якості обладнань для розміщення апаратури керування й сигналізації в операторських приміщеннях.

### **4. Розташування приладів і апаратури в щитах і пультах**

Для щитів поле 1 є декоративним з фасадної частини й не призначене для розміщення приладів.

Поле 2 призначене для розміщення приладів, що реєструють, і органів керування.

Поле 3 призначене для розміщення малогабаритних приладів, що показують, сигнальної арматури, мнемосхем.

При неможливості розмістити прилади на щиті виконання II їх компонуєть на поле 4 щита виконання I.

При необхідності застосування розгорнутих мнемосхем їх слід розташовувати на декоративних панелях, які встановлюються над щитами.

Взаємне розташування приладів і апаратури повинне відповідати певним вимогам.

При установці приладів, що мають глибину більш 300 мм не залежно від маси або з масою більш 10кг, незалежно від глибини, їх хвостові частини повинні бути закріплені.

Прилади, що розташовані в одному горизонтальному ряді необхідно розташовувати так, щоб їх нижні крайки лицьових частин незалежно від розмірів перебували на одній лінії.

Загальна маса приладів і апаратури встановлених на фасадних панелях не повинна перевищувати для поля 2 – 80 кг, для поля 3 – 30 кг, 4 – 100кг, на стільниці – 12кг, на похилій приладовій приставці – 20кг.

Не допускається установка приладів утопленого монтажу на бічних стінках, установка апаратури на дверях.

Для забезпечення необхідних умов експлуатації й дотримання техніки безпеки установку апаратури усередині щитів рекомендується виконувати на наступній відстані від опорної рами (приклад для щитів висотою 2200мм):

1. трансформатори, стабілізатори, пускачі, дзвінки -1700-1975мм;
2. вимикачі, запобіжники – 700–1700мм;
3. реле, регулятори, перетворювачі – 600–1900мм;
4. апаратура пневможивлення –300 – 800мм;
5. складання комутаційних затисків – 350–800.

Конструкція й комплектація вузлів пневможивлення можуть бути із централізованої, індивідуальної й індивідуально-груповою підготовкою повітря.

При централізованій підготовці повітря встановлюються щитки пневможивлення в правій бічній стінці з монтажної сторони щита.

При індивідуальній, індивідуально-груповій підготовці повітря, апаратуру вузла підготовки (фільтр, редуктор, манометр, вентиль) слід розташову-

вати в нижній частині з монтажною стороною щита.

Число вузлів підготовки не більш 4 при ширині щита 600 мм, не більш 5 при ширині 800 мм, 6 – 1000 мм.

Електричні проводки повинні розташовуватися в лівій частині з монтажною стороною щита, трубні проводки в правій частині.

Уведення електричних і трубних проводок у щити шафові й пульти рекомендується виконувати знизу, панельні можна й зверху.

Щити шафові й об'ємні стативи встановлюють на твердій підставі на анкерних болтах або металевій рамі.

Ширина проходів для обслуговування щитів спереду й позаду повинні бути не менш 800 мм.

## Лекція 10

### ЩИТИ Й ПУЛЬТИ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ

1. *Креслення загальних видів щитів*
2. *Креслення виду попереду одиночного щита*
3. *Вид на внутрішні площини*

#### **1. Креслення загальних видів щитів**

Склад, зміст і порядок оформлення документації розроблювальної в проєкті визначається керівним матеріалом РМ 4.107 – 82 “Системы автоматизации технологических процессов. Требования к выполнению документации на щиты и пульты”.

Креслення загальних видів щитів розробляють на одиничні й складені щити.

Під одиничним щитом розуміється щит (по номенклатурі ОСТ 36.13 – 90), крім допоміжних елементів.

Складений щит – це щит виконаний з декількох одиничних щитів, або з декількох одиничних щитів і допоміжних елементів.

Креслення загального виду одиночного щита містить:

1. вид попереду;
2. вид на внутрішні площини;
3. фрагменти виду (при необхідності);
4. перелік складових частин щита;
5. таблиця “Написів на табло та рамках”;
6. технічні вимоги;
7. основний напис.

Креслення загального виду складеного щита містить:

1. вид попереду;
2. перелік складових частин;
3. технічні вимоги;
4. основний напис.

На кресленнях загальних видів щити зображують у наступних масштабах 1:10 для одиночного щита, 1:25 для складеного щита.

Масштаби на кресленнях не вказуються.

В обґрунтованих випадках можуть застосовуватися інші масштаби, які проставляються над зображенням вузла.

На кресленнях загальних видів прилади й засоби автоматизації зображують спрощено у вигляді зовнішніх обрисів суцільними лініями.

Усім стійкам, шафам, приладам і засобам автоматизації, апаратурі й монтажним виробам установленим на фасадних панелях і усередині щитів (надалі складові частини щита) привласнюються номери позицій починаючи з одиниці в порядку запису їх у перелік складових частин.

Технічні вимоги розташовують як правило над основним написом.

### **2. Креслення виду попереду одиничного щита**

Креслення виконується на аркушах формату А3.

Типові монтажні креслення позначаються в такий спосіб: ТМ4-181-85.

Розміри по вертикалі проставляють від нижньої частини панелі. Розміри по горизонталі від вертикальної осі симетрії щита.

На кресленні над полицею винесення записують номер позиції, а під полицею винесення позначення настановного креслення.

У якості настановних креслень повинні застосовуватися типові монтажні креслення.

Номера позицій повинні відповідати переліку складових частин щита.

### **3. Вид на внутрішні площини**

Його зображують на аркуші формату А3.

Над зображенням щита записують:

*Вид на внутрішні площини (розгорнуто).*

На кресленнях показують прилади, апаратуру, блоки затисків, рейки, плати, електричні й трубні проводки, дециметрові шкали для координації апаратури по вертикалі.

Потоки електричних і трубних проводок зображують у такий спосіб: електропроводки – суцільною лінією; вимірювальні ланцюги – штрихпунктирною лінією; трубні проводки – штриховою лінією.

Для приладів і апаратури вказують позиційне позначення (яке наносять

на зображення, над ним, або праворуч від нього).

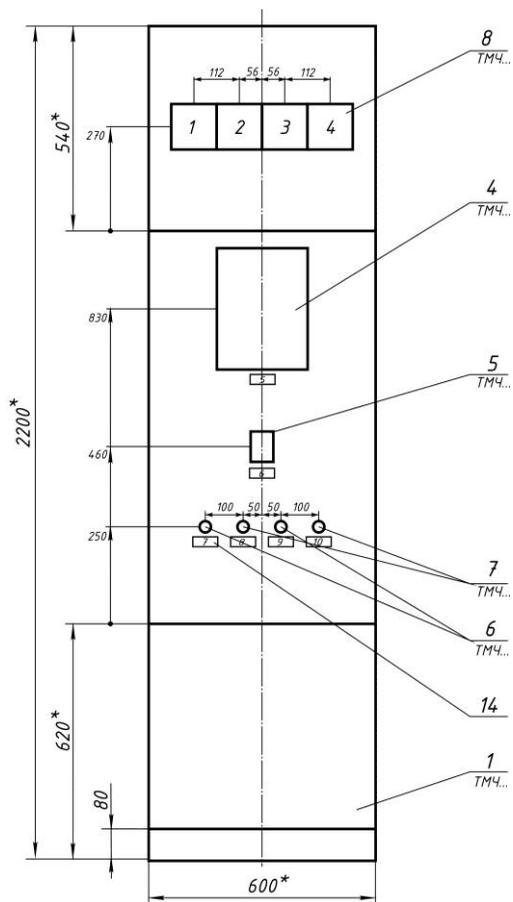


Рисунок 7 – Приклад оформлення виду попереду одиничного щита

Вид на внутрішні площини (розгорнуто)

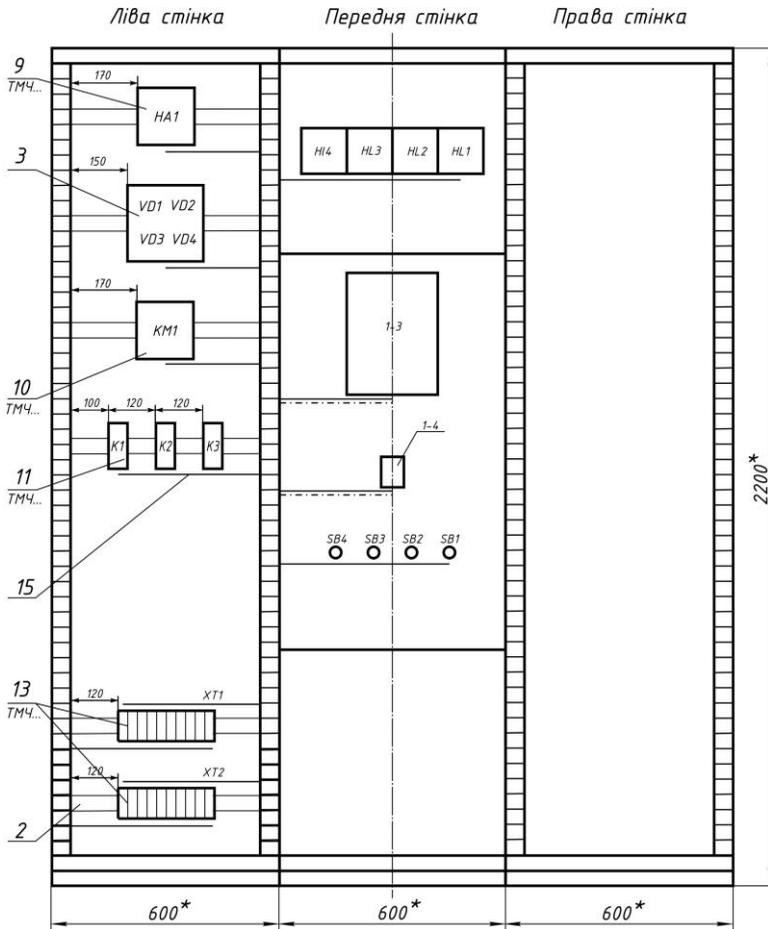


Рисунок 8 – Приклад оформлення виду на внутрішні площини одиничного щита

## Лекція 11

### ЩИТИ Й ПУЛЬТИ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ

1. Таблиця “Написи на табло та рамках”
2. Перелік складових частин одиничного щита

#### 1. Таблиця “Написи на табло та рамках”

Креслення загального виду одиничного щита містить таблицю. “Написи на табло і рамках”, яка виконується на аркушах формату А4. Кожному напису на кресленні привласнюють номер починаючи з одиниці й указують його усередині контуру табло або рамки. Привласнюють номери з ліворуч праворуч, зверху вниз. У таблицю спочатку включають написи в табло, а потім написи в рамках.

#### 2. Перелік складових частин одиничного щита

Перелік складових частин одиничного щита, виконується на аркушах формату А4 і як правило містить наступні розділи: документація; стандартні вироби; інші вироби; матеріали.

1. У розділі “Документація” записуються таблиці з’єднань і таблиця підключень.

2. У розділ “Стандартні вироби” включають щитові конструкції, типові деталі для установки апаратури (рейки, плати, і т.д.).

3. У розділ “Інші вироби” включають прилади, апаратуру, монтажні вироби групами в послідовності:

а) прилади й засоби автоматизації, у порядку їх розташування на кресленні зліва направо, згори до низу. На початку по виду попереду, потім по виду на внутрішні площини;

б) електроапаратура по наступних функціональних групах:

- пускова й захисна апаратура (кнопки, перемикачі, пускачі, запобіжники);
- сигнальна апаратура;
- апаратура живлення (трансформатори, випростовувачі, стабілізатори);
- реле, контактори;







## Лекція 12

### ЕЛЕКТРИЧНІ ПРОВОДКИ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ

1. Терміни та визначення
2. Типи проводів та кабелів
3. Особливості проектування волоконно-оптичних ліній зв'язку
4. Конструкції і марки оптичних кабелів

#### 1. Терміни та визначення

Під терміном “електропроводка” розуміється сукупність проводів і кабелів зі стосовними до них захисними конструкціями.

Правила обладнання електроустановок розрізняють наступні електропроводки:

**Відкриті** – прокладені усередині будинків по поверхні стін, стель і іншим будівельним елементам будинків: безпосередньо, у трубах, коробах, лотках.

**Сховані** – прокладені в конструктивних елементах будинків: у стінах, підлогах, перекритих трубах, замкнених каналах, замонолічено.

**Зовнішні** – прокладені по зовнішніх стінах будинків: безпосередньо в трубах, коробах, лотках.

**Короб** – конструкція прямокутного або круглого перетину, призначена для прокладки дротів і кабелів. Вони служать для захисту від механічних ушкоджень дротів й кабелів, можуть бути глухими, різніми із кришками, що відкриваються. Виконуються суцільними або перфорованими.

**Лоток** – плоска відкрита конструкція для прокладки проводів і кабелів. Вони можуть бути суцільними або перфорованими.

Електропроводки систем автоматизації рекомендується виконувати наступним способами:

- ізольованими проводами у виробничих приміщеннях (у коробах, лотках, трубах.);
- ізольованими проводами в зовнішніх установках (у коробах і трубах);
- кабелями у виробничих приміщеннях (відкрите, у коробах, лотках);
- кабелями в зовнішніх установках (відкрите, у коробах, лотках, землі).

## 2. Типи проводів та кабелів

Для електропроводок систем автоматизації застосовуються ізольовані дроти й кабелі з алюмінієвими й мідними жилами (див табл 9 та 10). Мінімально припустимі перетини жил проводів і кабелів електропроводок систем автоматизації застосовуються: не менш  $0,35 \text{ мм}^2$  – для багатодровових мідних жил, не менш  $0,5 \text{ мм}^2$  – для однодротових мідних жил, не менш  $2,5 \text{ мм}^2$  – для алюмінієвих провідників.

Таблиця 9 – Технічні дані деяких проводів

Марка проводів	Найменування
ПВ1	Провід з мідної жилою й полівінілхлоридною ізоляцією.
ПВ2, ПВ3, ПВ4	Провід з мідної жилою, полівінілхлоридною ізоляцією; ПВ2 – гнучкий, ПВ3 – підвищеної гнучкості, ПВ4 – особливо гнучкий.
АПВ	Провід з алюмінієвої жилою й полівінілхлоридною ізоляцією.
ПРТО	Провід з мідною жилою з гумовою ізоляцією, в оплътці з бавовняної пряжі.
АПТО	Те ж, але з алюмінієвою жилою
ПРН	Провід з мідною жилою, гумовою ізоляцією, у негорючій гумовій оболонці.
АПРН	Те ж, але з алюмінієвою жилою.

## 3. Особливості проектування волоконно-оптичних ліній зв'язку

На відміну від традиційних електричних і трубних проводок при проектуванні волоконно-оптичних ліній зв'язку (ВОЛЗ) в проєкті належить давати рекомендації по монтажу, способам зрощення і оброблення оптичних кабелів (ОК), а також необхідної апаратури і пристроїв для здійснення монтажних робіт.

Таблиця 10 – Технічні дані деяких кабелів

Марка кабелю	Найменування
КРСГ	Кабель із мідними жилами, гумовою ізоляцією у свинцевій оболонці, гнучкий.
КРСБ	Кабель із мідними жилами, гумовою ізоляцією у свинцевій оболонці, броньований.
КРВГ	Кабель із мідними жилами з гумовою ізоляцією в полівінілхлоридній оболонці, гнучкий.
АКРВГ	Те ж, але з алюмінієвими жилами.
КРНГ	Кабель із мідними жилами, з гумовою ізоляцією в оболонці з негорючої гуми.
АКРНГ	Те ж, але з алюмінієвими жилами.
КВВГ	Кабель із мідними жилами, полівінілхлоридною ізоляцією, у полівінілхлоридній оболонці.
АКВВГ	Те ж але з алюмінієвими жилами.
КПВГ	Кабель із мідними жилами, поліетиленовою ізоляцією, полівінілхлоридній оболонці.
АКПВГ	Те ж але з алюмінієвими жилами.

Волоконно-оптичні лінії зв'язку, як правило, слід виконувати відкритими по поверхнях стін, перекриттях, фермах і інших будівельних елементах будівель і споруд.

Приховані лінії зв'язку, що прокладаються усередині конструктивних елементів будівель і споруд, допустимі тільки у випадках, коли це диктується вимогами архітектурного оформлення приміщення.

Проходи оптичних кабелів через стіни і перекриття виконуються відкрито за допомогою гільз або патрубків (відрізків труб), закладених в стіни і перекриття.

Відкриті проходи не вимагають ущільнення або ущільнюються легкоз'ємними матеріалами.

Монтаж проходів в стінах і перекриттях будівель і споруд повинен проводитися відповідно до робочих креслень проекту і згідно вимогам РМ8-1-70

“Указания по проектированию и монтажу проходов трубных и электрических проводок приборов и средств автоматизации через стены и перекрытия домов и сооружений”.

Спосіб виконання ВОЛЗ повинен вибиратися залежно від умов навколишнього середовища, призначення приміщення, розташування устаткування, зручності експлуатації і особливостей будівельних конструкцій і архітектурного оформлення, інтер'єрів будівель і споруд.

Волоконно-оптичні лінії зв'язку виконують, як правило, наступними способами:

- безпосередньо по поверхнях стін приміщень і конструкціях будівель і споруд;
- на кабельних конструкціях;
- на лотках;
- у пластмасових і сталевих коробах з кришками, що відкриваються, в пластмасових і сталевих захисних трубах, в металорукавах, на тросі, в кабельній каналізації, в землі.

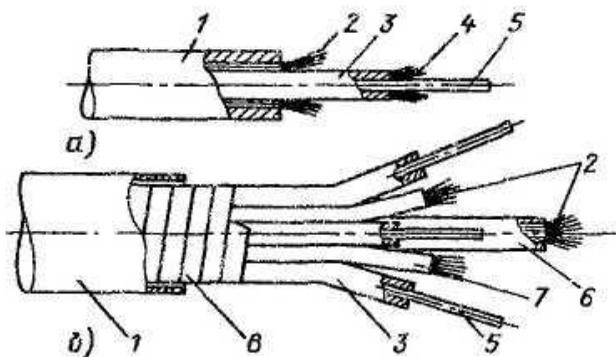
Траса ОК повинна вибиратися по найкоротших відстанях, з найменшим числом поворотів, підйомів і спусків з дотриманням умов захисту від механічних пошкоджень і вібрації.

Забороняється використовувати для прокладки ОК вентиляційні канали і шахти, сходові клітки і т.п.

За наявності у будівель (приміщень) карнизів або інших виступаючих частин ОК рекомендується прокласти під ними.

#### **4. Конструкції і марки оптичних кабелів**

Використовувані для автоматизації виробничих процесів волоконно-оптичні системи передачі інформації в своєму складі мають ОК, які по своєму призначенню підрозділяються на об'єктові – для передачі інформації усередині об'єкту, монтажні – для внутрішньо- і міжблочного монтажу апаратури. Оптичні кабелі виготовляються одно- і багатоволоконними. Конструкція ОК приведена на рис. 11.



1 – захисна поліетиленова оболонка; 2 – зміцнюючі нитки;  
 3 – оптичний модуль; 4 – демпфуючі еластичні нитки; 5 – волоконний світловод;  
 6 – силовий модуль; 7 – розділовий (наповнюючий) модуль;  
 8 – скріплююча поліефірна стрічка.

Рисунок 11 – Одно- (а) та чотирьохволоконний (б) оптичні кабелі

Для виготовлення ОК застосовують оптичні волокна двох типів: кварцеві і кварц-полімерні з градієнтним і ступінчастим профілем показника приломлення.

## Лекція 13

### ТРУБНІ ПРОВОДКИ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ

1. *Загальні положення*
2. *Труби та пневматичні кабелі трубних проводок*
3. *Основні вимоги до трубних проводок*

#### **1. Загальні положення**

Під трубою проводкою розуміється сукупність труб і трубних кабелів, сполучних і приєднувальних обладнань, обладнань захисту від зовнішніх впливів, зібраних у цільну конструкцію, прокладену й закріплену на елементах будинків або на устаткуванні.

По функціональним призначенню трубні проводки підрозділяються на внутрішні й зовнішні, сховані й відкриті, основні і допоміжні

До основних трубних проводок ставляться імпульсні, командні й живильні.

До допоміжних відносяться обігрівальні, охолоджувальні, дренажні.

Трубні проводки, прокладені усередині будівель і споруд, носять назву внутрішніх, а проводки, прокладені по зовнішніх стінах будівель і споруд, естакадах і т.п. – зовнішніх.

Трубні проводки, прокладені усередині стін, підлоги, стель за ізоляцією і обшивкою технологічного устаткування і трубопроводів і т. п., прийнято вважати прихованими, а прокладені по стінах, стелях, естакадах, по технологічному устаткуванню і трубопроводам, – відкритими.

Імпульсні трубні проводки призначені для передачі впливу контрольованої або регульованого середовища від чутливих елементів до приладів і регулюючих пристроїв.

До командних трубних проводок відносяться проводки, що забезпечують передачу сигналів від регулюючих пристроїв до виконавчих механізмів й регулювальних органів.

Живильні трубні проводки забезпечують подачу стисненого повітря до пневматичних засобів автоматизації.

## **2. Труби та пневматичні кабелі трубних проводок**

Залежно від властивостей і параметрів технологічних середовищ, що заповнюють трубні проводки систем автоматики, вони можуть бути підрозділені на категорії відповідно до класифікаційної таблиці для технологічних трубопроводів. Якщо при визначенні категорії трубної проводки поєднання параметрів заповнюючих її середовищ таке, що воно не співпадає ні з одним поєднанням параметрів, то в таких випадках необхідно орієнтуватися на той параметр, який вимагає віднесення трубної проводки до вищої категорії.

Залежно від того, до якої категорії можуть бути віднесені трубні проводки проектного об'єкту, вони можуть бути виконані з чорних і кольорових металів або полімерних матеріалів.

Для трубних проводок систем автоматизації рекомендується застосовувати наступні труби й пневматичні кабелі:

1. труби безшовні з углеродистої легованої сталі й нержавіючої сталі із зовнішніми діаметрами 6, 8, 10, 14, 16 або 22 мм із товщиною стінки не менш 1 мм;
2. труби сталеві водо-газопровідні, оцинковані, звичайні й леговані з діаметрами умовного проходу 8, 15, 20, 25 мм, при товщині стінки для легких  $2,5 \div 3$  мм для звичайних  $2,8 \div 3,5$  мм;
3. труби мідні із зовнішнім діаметром 6, 8, 10 мм, товщиною стінки не менш 1 мм;
4. труби з алюмінію й алюмінієвих сплавів із зовнішнім діаметром 6, 8, 10 мм, товщиною стінок не менш 1 мм;
5. труби полівінілхлоридні із внутрішнім діаметром 4 мм, товщиною стінки  $1 \div 4$  мм;
6. труби поліетиленові (низкої й високої щільності) із зовнішнім діаметром 6 мм і товщиною стінки 1 мм, зовнішнім діаметром 8 мм, товщиною стінки 1 або 1,6 мм;
7. труби гумові із зовнішнім діаметром 8 мм, товщиною стінки не менш 1,25 мм;
8. пневмокабель із 7 або 12 поліетиленових трубок.

### 3. Основні вимоги до трубних проводок

Надійна робота приладів і засобів автоматизації багато в чому визначається станом трубних проводок при їх експлуатації.

Стан трубних проводок в свою чергу залежить від того, наскільки повно були враховані при проектуванні вимоги технічного завдання, умов навколишнього середовища, властивості середовища, що заповнює трубні проводки, можливості механічних дій, відповідність матеріалу труб умовам експлуатації і т.п.

Основні вимоги, які необхідно враховувати при проектуванні трубних проводок, можуть бути сформульовані таким чином:

#### 1. Трубні проводки повинні забезпечувати можливість:

- перевірки і випробувань приладів, засобів автоматизації і самих трубних проводок під час їх монтажу, наладки і експлуатації без зупинки технологічного устаткування;

- продування і промивки приладів, засобів автоматизації і самих трубних проводок без зупинки технологічного устаткування;

- заповнення приладів, засобів автоматизації і імпульсних трубних проводок розділовими рідинами;

- видалення газів з приладів, засобів автоматизації і самих трубних проводок, що заповнюються рідинами;

- видалення конденсатів рідин з приладів, засобів автоматизації і самих трубних проводок, що заповнюються газами.

#### 2. Трубні проводки повинні мати ухили для стоку конденсату, що утворюється в них, або відведення газів, що скоплюються, з метою запобігання відмовам в роботі приладів і засобів автоматизації. Для цього в найбільш низьких точках трубних проводок, що заповнюються вологим газом, повинні бути передбачені пристрої для зливу конденсату, а в найбільш високих точках трубних проводок, що заповнюються рідиною, – пристрої для скидання газів.

Без ухилів можуть прокладатися пневматичні командні лінії зв'язку, оскільки за умовами експлуатації засобів пневмоавтоматики по ним повинне транспортуватися очищене і осушене стисле повітря.

Імпульсні трубні проводки до манометрів повинні мати ухил не менше 1:50, а до дифманометрів – не менше 1:10.

3. Трубні проводки систем автоматизації повинні володіти механічною міцністю і щільністю з'єднань і приєднань з триразовим (або великим) запасом міцності при дії на них вібрацій технологічного устаткування і опорних конструкцій, по яких вони прокладаються, а також при пульсації середовища, що заповнює трубні проводки.

4. Трубні проводки повинні мати прохідні перетини труб, що забезпечують передачу інформації на задані відстані при часі запізнювання не більше максимально допустимого для даної системи контролю або управління.

5. За наявності пульсацій середовища, що заповнює живильні або імпульсні проводки, повинні бути встановлені згладжуючі пристрої, не погіршуючі точність вимірювань і динамічних характеристик приладів і регуляторів.

6. Трубні проводки, що прокладаються в пожежо- і вибухонебезпечних приміщеннях, поблизу від силових електричних ланцюгів повинні бути заземлені на обох кінцях; у місцях роз'ємних з'єднань трубних проводок необхідно передбачати перемички із сталевого або мідного дроту.

7. Прокладка трубних проводок, що заповнюються маслом, в приміщеннях з кисневими установками не допускається.

8. По механічній міцності труби обираються виходячи з найбільш несприятливого режиму їх роботи. При цьому повинні враховуватися параметри, властивості і характер зміни середовища, що як протікає в трубах, так і оточує їх.

## Лекція 14

### ТАБЛИЦІ З'ЄДНАНЬ І ПІДКЛЮЧЕНЬ У ЩИТАХ

1. Загальні положення
2. Таблиця з'єднань
3. Таблиця підключення

#### 1. Загальні положення

Таблиці виконуються тільки для одиничних щитів, на аркушах формату А4 та розробляються за формами що наведені на рис. 12 та 13.

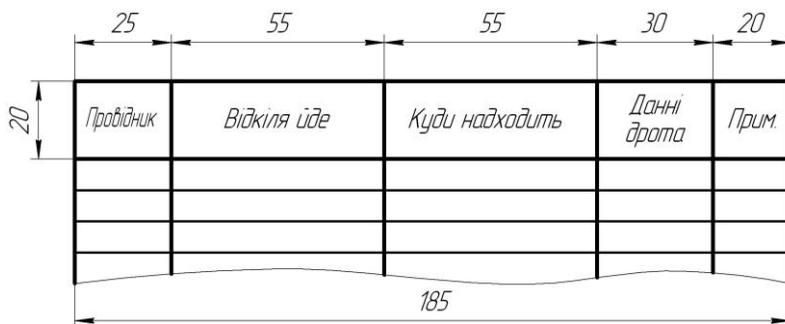


Рисунок 12 – Розміри таблиці з'єднань

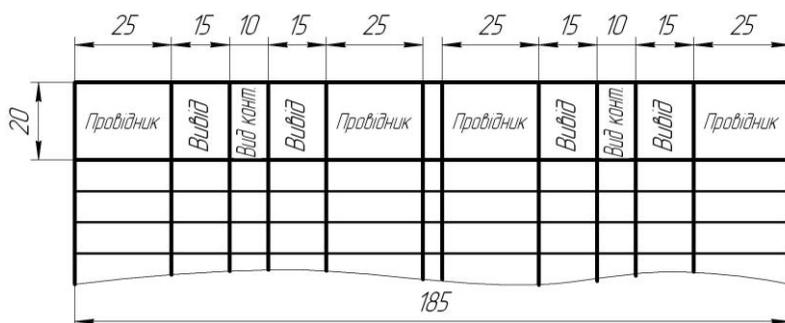


Рисунок 13 – Розміри таблиці підключення

При заповненні таблиць з'єднань і підключення електричних проводок необхідно дотримуватись наступних правил:

1. для двох- або трисекційних щитів таблиці для кожної секції починають із нового аркуша;
2. проводки від місцевих приладів, які підключаються безпосередньо до приладів на щиті, минаючи блоки затисків у таблицю з'єднань не записуються;
3. на першому місці таблиці записують технічні вимоги, потім під заголовком приводять посилання на принципову електричну схему, на підставі якої виконується таблиця. Далі йде запис проводок.

## 2. Таблиця з'єднань

Запис проводок до таблиці з'єднань здійснюють на базі принципових електричних схем та схем зовнішніх проводок (з'єднань та підключень).

При заповненні таблиць з'єднань проводки записують у межах усього щита, враховуючи розташування приладів і апаратури на щиті, по виду на внутрішні площини по одному з наступних правил:

- по зростанню номерів маркування ланцюгів на принципових електричних схемах;
- по методу безперервності ланцюга при якій початок кожного наступного провідника повинен бути на тому апараті, де закінчився попередній провідник або на апараті розташованому поруч. При записі електричних проводок керуються наступним. На початку записують проводки по принципових електричних схемах, потім проводки вимірювальних ланцюгів.

Порядок заповнення граф таблиці з'єднань наступний:

1. у графові провідник указують маркування провідника по принциповій електричній схемі;
2. у графах “звідки йде”, “куди надходить” приводять адресу приєднання провідників, наприклад:
  - **K1:4** де K1 – позиційне позначення апарата;
  - 4 – номер контакту;
  - **5-2-A2:3** де 5-2 – позиційне позначення приладу; A2 – номер колодки приладу; 3 – номер контакту.
3. у графі “Дані дрота” вказується марка й перетин провідників.



### 3. Таблиця підключення

Таблиці підключення проводок слід виконувати в порядку, відповідному розташуванню приладів, апаратів і затисків в щиті, на виді з внутрішньої сторони зліва направо, зверху вниз послідовно по стінках (ліва, передня, права) і поворотних конструкціях. Запис починають з відповідних заголовків “Ліва стінка”, “Передня стінка” і т.д.

У графі “Вид контакту” проставляється:

1) позиція приладу по специфікації або позиційне позначення апарату, блоку затисків, рейки з набірними затисками. Позиція підкреслюється. При необхідності для приладу, окрім позиції, указують позначення колодки або штепсельного роз’єму;

2) умовні позначення контактів і котушки для електроапаратури реле типів РУ-1, МКУ-48С, ПЭ-21, РПУ-0. РПУ-2, РПЗ, РПЭ, РП11, РП12, РП23, РП25, кнопок КЕ-011, КЕ-012, ПКЕ, перемикачів ТБ, ТП, блок-контактів магнітних пускачів. Приймаються наступні умовні позначення: З – контакт, що замикає ; Р – контакт, що розмикає ; К – котушка реле.

Перемикальний контакт записується двома строчками, як контакт, що розмикає і замикає. При цьому загальний вивід записується один раз в рядку, де записується розмикаючий контакт.

Допускається в графі “Вид контакту” проставляти умовні позначення затисків з перемичкою, затисків з підганяльними котушками, перемичок П, підганяльних котушок, і приймаються наступні умовні позначення: П – затиск набірний з підганяльною котушкою ЗН-2,5, ЗН-5 і т.д. або котушка підганяльна КП 1-2,5, КП1-5 і т.д.

Для нормальних затисків графа не заповнюється.

При заповненні таблиці підключення для блоків затисків за вказаним правилом їх графічне зображення не виконується.

У графах “Вивід” проставляють номери вивід в наступному порядку:

- для приладів, апаратів, блоків затисків і т. п.;
- для електроапаратури.

Крім того, для перемичок, що виконуються безпосередньо на приладах і апаратах, в графах, окрім номера висновку, приводять скорочене позначення П.



## **Лекція №15**

### **ТЕКСТОВІ МАТЕРІАЛИ ПРОЕКТУ**

1. *Загальні положення*

2. *Рекомендації щодо складання специфікації на замовлення приладів та засобів автоматизації*

#### **1. Загальні положення**

Пояснювальна записка повинна містити короткий, але достатній для розуміння виклад основних технічних рішень проекту. Пояснювальна записка на стадії “Проект” повинна містити наступні розділи:

- загальна частина;
- коротка характеристика об’єкта автоматизації;
- основні рішення з автоматизації технологічних процесів;
- завдання генеральному проектувальникові;
- капітальні витрати й економічна ефективність створення систем автоматизації.

У загальній частині пояснювальної записки приводиться обґрунтування для розробки проекту, його завдання, вихідні дані для проектування.

У розділі “Коротка характеристика об’єкта автоматизації” повинна бути дана загальна характеристика об’єктів керування із вказівкою відомостей про основні підрозділи, характері й особливостях виробництва й т.п. Повинні бути наведені матеріальні й енергетичні розрахунки.

Приводяться також вимоги, пропоновані до точності контролю й керування процесом, дається оцінка рівню автоматизації.

Виклад матеріалу по розділу “Основні рішення” по автоматизації технологічних процесів рекомендується виконувати у вигляді двох підрозділів.

У першому підрозділі приводиться опис організаційної структури керування об’єктом.

У другому – обґрунтування вибору комплексу технічних засобів, необхідність розробки нових засобів автоматизації.

У розділі “Завдання генеральному проектувальникові” приводиться перелік і відомості про виконаних у проекті й виданих генеральному проекту-

вальникові завданнях, пов'язаних з автоматизацією технологічних процесів.

У розділі “Капітальні витрати й економічна ефективність створення систем автоматизації” приводиться загальна вартість системи, у тому числі вартість засобів автоматизації, їх монтажу, вартість розробки проекту.

Пояснювальна записка на стадії “Робоча документація” повинна містити:

- загальну частину;
- основні технічні рішення;
- пояснення до монтажних креслень.

У загальній частині вказується відомості про твердження проекту із вказівкою організації й узгодженні змін окремих технічних рішень.

У розділі “Основні технічні рішення” наводиться наступні дані:

- короткий опис застосованої в проекті структури керування об'єктом;
- відомості про розміщення пунктів керування, щитів і пультів;
- опис систем контролю, регулювання, керування, сигналізації;
- відомості про знову розроблені засоби автоматизації;
- результати інженерних розрахунків автоматичних систем регулювання, звужуючих пристроїв, регулювальних органів.

“Пояснення до монтажних креслень” повинні передбачати особливості установки технічних засобів і виконання проводок; відомості про застосування типових блоків і монтажних виробів для забезпечення індустріалізації монтажних робіт, короткі пояснення до монтажних і настановних креслень.

Зміст розділів пояснювальної записки при одностадійному проектуванні виконується аналогічно наведеному для стадії “Проект” і “Робоча документація” без повторень.

Зміст міститься на початку пояснювальної записки, повинна бути наскрізна нумерація аркушів.

## **2. Рекомендації щодо складання специфікації на замовлення приладів та засобів автоматизації**

Усі підібрані прилади й засоби автоматизації заносяться в специфікаційну таблицю (див рис. 16).

**у графі 1** – цифрове (літерно-цифрове) позначення приладу відповідно до його позиційного позначення на схемі; спочатку заносяться прилади із

цифровим індексом 1, тобто прилади першого комплекту (1–1, 1–2, 1–3, ...), потім – другого комплекту (2–1, 2–2, ...) та ін.;

**у графі 2** – повне найменування контрольованого або регульованого параметра, наприклад: “рівень лугу у випарному апараті”, “тиск у колекторі ретуртного газу”;

**у графі 3** – робоче значення параметра, наприклад: “2,5 кПа”, “10 Н/м<sup>2</sup>”; для параметрів, що змінюються у великому діапазоні, зокрема при програмному регулюванні, наводяться мінімальне й максимальне значення параметра;

**у графі 4** – місце установки приладу (“за місцем” – безпосередньо біля об’єкта, або “на щиті”).

**у графі 5** – основні параметри приладу або регулятора (вхідний сигнал, вихідний сигнал, з якими приладами або датчиками комплектується, клас точності, закон регулювання, межі зміни настроюваних параметрів); мінімальне й максимальне значення параметра, які можуть вимірятися приладом, тобто діапазон виміру приладу;

**у графі 6** – тип, модель (шифр) приладу;

**у графі 7** – кількість однотипних приладів, установлених на об’єкті;

**у графі 8** – завод-виготовлювач;

**у графі 9** – вказується вартість одиниці приладу у гривнях, на час заповнення специфікації.



## Лекція 16

### МОДУЛЬНА КОНТРОЛЬНА РОБОТА №2

#### **Питання для самостійної підготовки й приклади практичних завдань до модульної контрольної роботи**

##### **Перелік теоретичних питань**

1. Основні терміни щитової продукції
2. Типи щитів.
3. Типи пультів, стативів, допоміжних елементів.
4. Розташування приладів та апаратури на фасадних панелях щитів та пультів.
5. Розташування апаратури всередині щитів.
6. Креслення виду попереду, правила оформлення.
7. Креслення виду на внутрішні площини. Правила оформлення.
8. Таблиця “Написи на табло та в рамках”. Правила оформлення.
9. Таблиця “Перелік складових частин одиничного щита”. Правила оформлення.
10. Електропроводки систем автоматизації. Загальні положення.
11. Технічні дані деяких проводів.
12. Технічні дані деяких кабелів.
13. Таблиця з’єднань проводок. Правила оформлення.
14. Текстові матеріали проекту. Склад пояснювальної записки на стадії “Робоча документація”.
15. Розташування апаратури приладів на фасадних панелях щитів та пультів.
16. Типи щитів та пультів.
17. Таблиця “Перелік складових частин щита”. Правила оформлення.
18. Технічні дані деяких проводів.
19. Технічні дані деяких кабелів.
20. Таблиця з’єднань проводок. Правила оформлення.
21. Трубні проводки систем автоматизації.
22. Текстові матеріали проекту. Склад пояснювальної записки на стадії “Робоча документація”

23. Текстові матеріали проекту. Склад пояснювальної записки на стадії “Проект”.

**Приклади практичних завдань.**

1. Розробити креслення загального виду одиничного щита ЩПК-ЗП-I – 600×600-УХЛ4-ІР00-ОСТ 36.13-90, на якому розташований вторинний прилад А501 (80×180).

2. Розробити креслення загального виду одиничного щита ЩШ-ЗЛ-I-600×600-УХЛ4-ІР30-ОСТ 36.13-90, на якому розташовані табло з двох сигнальних ламп для сигналізації положення (а також вся апаратура згідно схеми).

3. Розробити креслення виду на внутрішні площини одиничного щита ЩПК-ЗЛ-II-600×600-УХЛ4-ІР00-ОСТ 36.13-90, на якому розташовані: вторинний прилад ДИСК-250М (320×320) два показуючих пневматичних прилади ФК-0072 (200×240). Скласти перелік складових частин щита.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Проектирование систем автоматизации технологических процессов : справочное пособие / под ред. А.С. Клюева. –2-е изд., перераб. и доп. – М., Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.
2. Трегуб В.Г. Проектирование, монтаж и эксплуатация систем автоматизации в пищевой промышленности. / В.Г. Трегуб, А.П. Ладанюк, Л.Н. Плужников. – М.: ВО “Агропромиздат”, 1991. – 352 с.
3. Ладанюк А.П. Автоматизація технологічних процесів і виробництв харчової промисловості : підручник / А.П. Ладанюк, В.Г. Трегуб, І.В. Ельперін, В.Д. Цюцюра. – К.: Аграрна освіта, 2001. – 224 с.
4. Проектування систем автоматизації технологічних процесів : навч. посібник / В.І. Тошинський, М.О. Подустов та ін. – Х.: НТУ “ХПІ”, 2006. – 412 с.
5. Справочник инженера по АСУТП. Проектирование и разработка : учебно-методическое пособие. – М.: Инфра-Инженерия, 2008. – 928 с.
6. ГОСТ 21.404 – 85 “Обозначения условные в схемах автоматизации технологических процессов”
7. ОСТ 36.13 – 90 “Щиты и пульты систем автоматизации технологических процессов”
8. РТМ 25.208 – 83 “АСУТП. Пояснительная записка к проектной документации. Содержание и методика оформления.”

## ЗМІСТ

Вступ.....	3
Лекція 1 Загальні положення. Стадії проектування і склад проектної документації .....	4
Лекція 2 Функціональні схеми автоматизації .....	8
Лекція 3 Функціональні схеми автоматизації .....	13
Лекція 4 Функціональні схеми автоматизації .....	19
Лекція 5 Принципові електричні схеми автоматизації.....	24
Лекція 6 Схеми сигналізації.....	31
Лекція 7 Принципові пневматичні схеми автоматизації.....	36
Лекція 8 Модульна контрольна робота №1 Питання для самостійної підготовки й приклади практичних завдань до модульної контрольної роботи .....	41
Лекція 9 Щити і пульти систем автоматизації .....	43
Лекція 10 Щити і пульти систем автоматизації .....	49
Лекція 11 Щити і пульти систем автоматизації .....	53
Лекція 12 Електричні проводки систем автоматизації.....	57
Лекція 13 Трубні проводки систем автоматизації .....	62
Лекція 14 Таблиці з'єднань і підключень у щитах .....	66
Лекція 15 Текстові матеріали проекту .....	71
Лекція 16 Модульна контрольна робота №2 Питання для самостійної підготовки й приклади практичних завдань до модульної контрольної роботи .....	75
Список літератури .....	77



Навчальне видання

ПОДУСТОВ Михайло Олексійович  
ТОШИНСЬКИЙ Володимир Ілліч  
ЛИТВИНЕНКО Ігор Іванович  
БАБІЧЕНКО Анатолій Костянтинович  
ДЗЕВОЧКО Олександр Михайлович

**ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ  
СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ  
ТЕКСТ ЛЕКЦІЙ**

для студентів денної та заочної форми навчання  
за напрямком підготовки

050202 – “Автоматизація та комп’ютерно- інтегровані технології”

Роботу до друку рекомендувала проф. *Зінченко М.Г.*

Відповідальний за випуск проф. *Тошинський В.І.*

В авторській редакції.

План 2011 р., поз. 143/\_\_\_\_\_

Підп. до друку \_\_\_\_\_ р. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Папір офісний.  
Riso-друк. Гарнітура Таймс. Ум. друк. арк. \_\_\_\_\_. Наклад 100 прим.  
Зам № \_\_\_\_\_. Ціна договірна.

---

Видавничий центр НТУ “ХП”.

Свідотство про державну реєстрацію ДК № 116 від 10.07.2000 р.  
61002, Харків, вул. Фрунзе, 21

---

Друкарня НТУ “ХП”, 61002, Харків, вул. Фрунзе, 21

