

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ  
УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Функціональні схеми автоматизації  
Розробка та оформлення  
НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

Для студентів напрямку підготовки  
6.050201 «Системна інженерія»  
кафедри автоматики та управління в технічних системах  
всіх форм навчання

*Рекомендовано  
Методичною радою НТУУ «КПІ»  
протокол № 9 від 19.05.2011р.*

Київ  
НТУУ «КПІ»  
2011

Функціональні схеми автоматизації. Розробка та оформлення. Навчальний посібник [Текст] / Уклад.: Л.Ю. Юрчук, В.А. Жеребко. – К.: НТУУ «КПІ», 2011. – 91 с.

Навчальний посібник призначений для студентів напряму підготовки 6.050201 «Системна інженерія» кафедри автоматики та управління в технічних системах всіх форм навчання. В навчальному посібнику розглянуті загальні принципи проектування функціональних схем автоматизації в АСК ТП, наведені методичні рекомендації до розробки та оформлення схем автоматизації в курсовому та дипломному проектуванні. Посібник може бути корисним студентам інших напрямів підготовки фахівців з автоматизації технологічних процесів.

Укладачі:

Л.Ю. Юрчук, к.т.н., доцент  
В.А. Жеребко, асистент

Відповідальний редактор

П.І. Кравець, к.т.н., доцент

Рецензенти:

Тимошенко А.Г., завідувач кафедри комп'ютерної інженерії ІКТ університету «Україна», к.т.н., доцент

Пупена О.М., доцент кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій НУХТ, к.т.н., доцент

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ ТА ВИЗНАЧЕНЬ .....	5
ВСТУП .....	10
1. ЗОБРАЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО УСТАТКУВАННЯ.....	11
1.1. Зображення технологічного устаткування й комунікацій.....	11
1.2. Спрощений спосіб відображення технологічного устаткування.....	13
1.3. Позначення технологічних трубопроводів .....	14
1.4. Позначення середовища та речовин трубопроводів .....	16
2. ЗОБРАЖЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ.....	18
2.1. Графічні умовні позначення .....	18
2.2. Нанесення літерних умовних позначень .....	24
2.3. Порядок нанесення умовних позначень .....	30
2.4. Правила використання умовних позначень .....	33
2.5. Позиційне умовне позначення.....	37
3. ЗАГАЛЬНІ ПРАВИЛА ВИКОНАННЯ СХЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ.....	40
3.1. Розробка структури системи автоматизації .....	40
3.2. Розробка функціональної схеми автоматизації .....	42
3.3. Закладні та відбірні пристрої.....	51
3.4. Спрощений спосіб виконання схеми .....	54
3.5. Розгорнутий спосіб виконання схеми.....	58
3.6. Виконання схеми на основі контролерів розгорнутим способом.....	64
3.7. Вимоги до розміру ліній, тексту та цифр .....	67
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	69
ДОДАТОК А.....	71
Умовні позначення технологічних речовин.....	71
ДОДАТОК Б .....	76
Приклади побудови умовних позначень приладів .....	76
ДОДАТОК В .....	82

Приклади побудови схем контурів контролю і регулювання .....	82
ДОДАТОК Г .....	89
Список нормативних документів .....	89

## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ ТА ВИЗНАЧЕНЬ

### Скорочення:

**АРМ** – автоматизоване робоче місце

**АСР (САР)** – автоматична система регулювання (система автоматичного регулювання)

**ТП** – технологічний процес

**ТУ** – технологічне устаткування (обладнання)

**АСК ТП** – автоматизована система керування технологічним процесом (ТП)

**ЗА** – засоби автоматизації (датчики, перетворювачі, вторинні прилади, контролери, щити, комутаційна апаратура та інше)

**ЗОТ** - засоби обчислювальної техніки

**ПВП** – первинний інтелектуальний вимірювальний перетворювач

**КТЗ** – комплекс технічних засобів автоматизації

**ОК** – об'єкт керування

**ПЗО** – пристрій зв'язку з об'єктом керування

**ФСА** – функціональна схема автоматизації

**ТОК** – технологічний об'єкт керування

**ПАЗ** – системи протиаварійного захисту в АСК ТП

**ЄСКД** — Єдина система конструкторської документації

### Терміни та визначення:

**Автоматизація** — науково-технічна дисципліна, що розробляє методи, засоби і прийоми діяльності, направлені на часткове або повне виключення людини з трудового процесу шляхом передачі його функцій в спеціально створену систему.

**Автоматизована система керування ТП (АСК ТП)** — організаційно-технічна система, що складається з органів керування, ОК, пунктів керування та ЗА, що можуть реалізувати зв'язок та задачі автоматизованого керування, а також інші спеціальні засоби.

**Автоматизоване робоче місце (АРМ)** — індивідуальний комплекс технічних і програмних засобів, що призначений для автоматизації професійної праці фахівця і забезпечує підготовку, редагування, пошук, видачу на екран та друк необхідних йому документів і даних. АРМ забезпечує оператора всіма засобами, необхідними для виконання певних функцій керування.

**Автоматична система регулювання (АСР)** — сукупність регульованого ОК й автоматичних вимірювальних та регулюючих пристроїв, що разом складають систему керування, мета якої полягає в забезпеченні близькості поточних значень однієї або декількох координат ОК до їх заданих значень. Така система самодіюча і реалізує встановлені функції процесу автоматично, без участі людини (крім етапів пуску та налагодження системи). На практиці часто використовують термін-аналог «система автоматичного регулювання» (САР).

**Виконавчий пристрій, механізм (ВП, ВМ)** за ДСТ 14691-69 — пристрій (механізм) системи автоматичного керування або регулювання, що впливає на процес відповідно до отриманої командної інформації. ВП складається із двох функціональних блоків: виконавчого механізму і регулюючого органа та може оснащуватися додатковими блоками.

**Вимірювальний прилад** — засіб вимірювань, в якому створюється візуальний сигнал вимірювальної інформації.

**Вимірювальний пристрій** — засіб вимірювальної техніки, в якому виконується лише одна зі складових частин процедури вимірювань (вимірювальна операція).

**Добірний пристрій** — пристрій, встановлюваний на ТУ або трубопроводі і призначений для підведення вимірюваного середовища до вимірювальних приладів або вимірювальних перетворювачів (датчиків).

**Елементи трубопроводу** — патрубки (труби), відводи, переходи, трійники, фланці, компенсатори, відключаюча, регулююча, запобіжна арматури, опори, прокладки й кріпильні вироби, пристрої, що встановлюються на трубопроводах для контролю і керування, конденсаційні й інші деталі та пристрої.

**Закладний елемент (конструкція)** — деталь або складальна одиниця, що нерозривно вбудовується у трубопроводи та ТУ (бобишка, штуцер, кишеня, гільза та інші). Повинен забезпечувати необхідну герметичність ТУ та трубопроводів до встановлення на них приладів та ЗА. Це дозволяє проводити гідравлічні і пневматичні випробування устаткування і трубопроводів до встановлення ЗА, до початку монтажно-налагоджувальних робіт систем автоматизації та АСК ТП.

**Інтелектуальний датчик** (інтелектуальний первинний вимірювальний перетворювач (ІПВП)) — ЗА, що здійснює одержання, обробку й перетворення інформації в цифровий сигнал у місці встановлення. З'явився й розвивається як складова частина техніки мікроелектроніки та мікропроцесорної технології.

**Керування** — це впливи, спрямовані на перевід підсистеми в новий стан, на виникнення зміни фізичної величини та призначене для створення нового завдання. При керуванні необхідно задавати/змінювати мету, визначати поведження системи у зв'язку зі зміною значення фізичної величини в межах функціонування ТП ОК.

**Комплекс технічних засобів (КТЗ)** автоматизації — вимірюючі пристрої та прилади, регулятори, функціональні блоки, виконавчі механізми, регулюючі органи, електроапарати, щити, пульти, комплекси та інші ЗА.

**Контролерна мережа (Field level)** вирішує завдання по керуванню процесом виробництва, збору й обробки даних на рівні промислових контролерів, тобто контролерна мережа зв'язує контролери між собою й з робочими станціями (АРМ) операторів.

**Контур контролю, регулювання, керування** — сукупність окремих функціонально поєднаних приладів, що виконують певне завдання по контролю, регулюванню, сигналізації, керуванню тощо (ДСТУ 21.408-85).

**Польова або сенсорна мережа (Sensor/actuator level)** (мережа низової автоматики, мережа польових приладів) — вирішує завдання опитування ПВП і керування виконавчими механізмами.

**Польові засоби автоматизації** — первинні вимірювальні перетворювачі (ПВП) (сенсор, датчик) і виконавчі пристрої (виконавчий механізм, привід) з регулюючими органами (кран, клапан, засувка, шибер і т.п.).

**Прилади та засоби автоматизації (ЗА)** — склад КТЗ.

**Регулювання** — сукупність операцій, впливів, що спрямовані на локалізацію змін небажаних подій у системі та для підтримки на заданому рівні певної фізичної величини, що характеризує процес, або зміну її згідно із заданим законом. При регулюванні мета задана.

**Система** — сукупність взаємозв'язаних об'єктів (елементів) і відношень між ними, що утворюють єдине ціле в процесі системогенезу з метою досягнення заданої бажаної мети.

**Технологічне устаткування (обладнання) (ТУ)** — засоби технологічного спорядження, у яких для виконання певної частини ТП розміщують матеріали або заготовки, засоби дії на них, а також технологічне оснащення.

**Технологічний блок (ТБ)** — комплекс або складальна одиниця ТУ заданого рівня заводської готовності й виробничої технологічності, призначені для здійснення основних або допоміжних ТП. До складу ТБ включають машини, апарати, первинні засоби контролю і керування, трубопро-



води, опорні й обслуговуючі конструкції, теплову ізоляцію і хімічний захист. ТБ, як правило, формують для здійснення теплообмінних, масообмінних, гідродинамічних, хімічних і біологічних процесів.

**Технологічний процес (ТП)** — частина виробничого процесу, що є сукупністю способів та дій по отриманню і переробці сировини, матеріалів або виробів, з метою забезпечення їх якісної зміни. Для здійснення ТП складається схема або технологічна карта, в якій описуються всі технологічні операції переробки сировини чи напівфабрикатів в готову продукцію.

**Технологічний трубопровід** — трубопровід, призначений для транспортування різних речовин, необхідних для ведення ТП або експлуатації ТУ.

**Функціональна схема автоматизації (ФСА)** — основний технічний документ, схема, що визначає структуру (ієрархію) пунктів контролю та керування, функції систем контролю і керування ОК, що автоматизується, оснащення систем автоматизації технічними засобами: приладами та ЗА, щитами, пультами, обчислювальною технікою тощо.

## ВСТУП

Одним із важливіших етапів створення автоматизованих систем керування технологічними процесами і технічними об'єктами є етап розробки функціональних схем, що роз'яснюють певні процеси, що протікають в окремих функціональних ланцюгах АСК ТП або в системі в цілому. Ці схеми служать основним документом не тільки для вивчення принципів роботи як системи в цілому так і окремих ланцюгів, а також при монтажі, налагодженні, експлуатації й ремонті технічних засобів і системи в цілому.

У загальному випадку, відповідно до нормативних документів, схема функціональної структури об'єкта керування повинна давати подання про структуру підсистеми АСК ТП, автоматизованих функціях і (або) завданнях, сукупності операцій, виконуваних при реалізації автоматизованих функцій тільки технічними засобами або тільки людиною.

Навчальний посібник призначений для ознайомлення студентів з основними положеннями розробки схем, що в першу чергу дають уяву про сукупність функцій автоматизованих систем и слугують основою для їх технічної реалізації. В ньому розглянуті як теоретичні питання, так і практичні поради по оформленню документації. Особливо це важливе у зв'язку з невідповідністю нормативної бази реального стану сучасних технічних засобів та ідеології проектування.

Навчальний посібник призначений для студентів напряму підготовки 6.050201 «Системна інженерія» кафедри автоматики та управління в технічних системах всіх форм навчання. Посібник може бути корисним студентам інших напрямів підготовки фахівців з автоматизації технологічних процесів.

## 1. ЗОБРАЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО УСТАТКУВАННЯ

Технологічне устаткування (ТУ) і комунікації при розробці функціональних схем автоматизації (ФСА) повинні зображатися, як правило, спрощено, без вказівки окремих технологічних апаратів і трубопроводів допоміжного призначення. Проте зображена таким чином технологічна схема повинна давати чітке уявлення про принцип її роботи і взаємодію із технічними засобами автоматизації (ЗА).

На ФСА поширюється дія стандартів ЄСКД, що обумовлюють умовні графічні зображення різних технологічних об'єктів керування (ТОК) на схемах.

На технологічних трубопроводах зазвичай показують ту регулюючу і запірну арматуру, яка безпосередньо бере участь в контролі і керуванні процесом, а також запірні і регулюючі органи, необхідні для визначення відносного розташування місць відбору імпульсів або пояснюючі необхідність вимірів.

Біля зображень датчиків, відбірних, приймальних і інших, подібних за призначенням пристроїв слід вказувати найменування того ТУ, до якого вони відносяться.

На трубопроводах на яких передбачається встановлення відбірних пристроїв і регулюючих органів, вказують діаметри умовних проходів.

### 1.1. Зображення технологічного устаткування й комунікацій

ТУ зображують у верхній частині кресленика відповідно до схеми, прийнятої в технологічній робочій документації проекту з дотриманням відповідних стандартів (ГОСТ 2.790 – ГОСТ 2.795, ГОСТ 21.205) (рис. 1). Допускається спрощувати зображення ТУ, не показуючи на схемі агрегати, комунікації і їх елементи, які не оснащуються технічними ЗА і не вплива-

ють на роботу систем автоматизації. Зображена технологічна схема повинна давати чітке уявлення про протікаючі процеси і взаємодію апаратів із ЗА.

Технологічні апарати і трубопроводи допоміжного призначення, внутрішні деталі і елементи ТУ показують тільки у разі, якщо вони механічно пов'язані або взаємодіють із ЗА. В окремих випадках деякі елементи ТУ допускається зображувати на ФСА у вигляді прямокутників з вказівкою найменування цих елементів або не показувати взагалі. Стінки технологічних апаратів, при необхідності, зображують двома паралельними лініями.

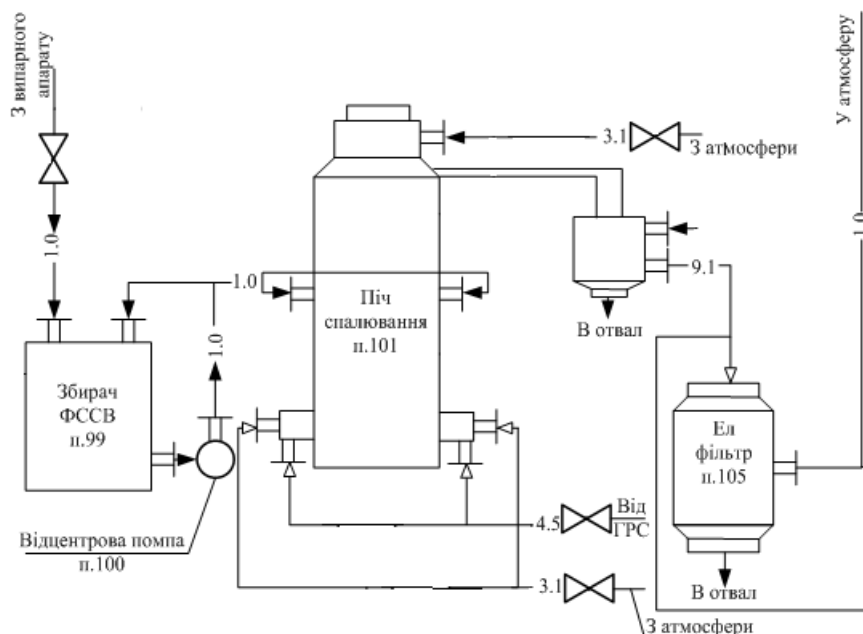


Рис. 1. Приклад зображення технологічного обладнання на функціональних схемах автоматизації

Біля зображення ТУ, окремих його елементів і трубопроводів слід давати відповідні пояснювальні написи (найменування ТУ, його номер, якщо такий є, та ін.), а також вказувати стрілками напрям потоків. Найменування може бути вписане усередині умовного графічного зображення апарату або винесене на полиці ліній винесень. У разі використання літерно-цифрового позначення на вільному полі кресленика має бути приве-

дена таблиця з переліком ТУ. Допускається перелік давати самостійним документом.

Окремі агрегати і установки ТУ можуть бути зображені відірвано один від одного, але при цьому необхідно завжди приводити необхідні вказівки на їх взаємозв'язок.

## 1.2. Спрощений спосіб відображення технологічного устаткування

ТУ допускається не зображувати на ФСА у випадках, коли точок контролю та керування в технологічних цехах невелика кількість (наприклад, у робочій документації з диспетчеризації). В цьому випадку, у верхній частині ФСА замість зображення ТУ наводять таблицю (див. рис. 2), у графах якої вказують найменування ТУ і комунікацій.

<i>Система гарячого водопостачання</i>				
<i>Пара на бойлер</i>			<i>Природний газ</i>	
<i>Температура</i>	<i>Тиск</i>	<i>Витрати</i>	<i>Тиск</i>	<i>Витрати</i>

Рис. 2. Приклад відображення технологічного обладнання у вигляді зведеної таблиці

Однотипні ОК (відділення, системи, установки, агрегати, апарати), що не пов'язані між собою і мають однакове оснащення системами автоматизації, що відносяться до них, технічні ЗА зображують на схемах один раз (рис. 3).

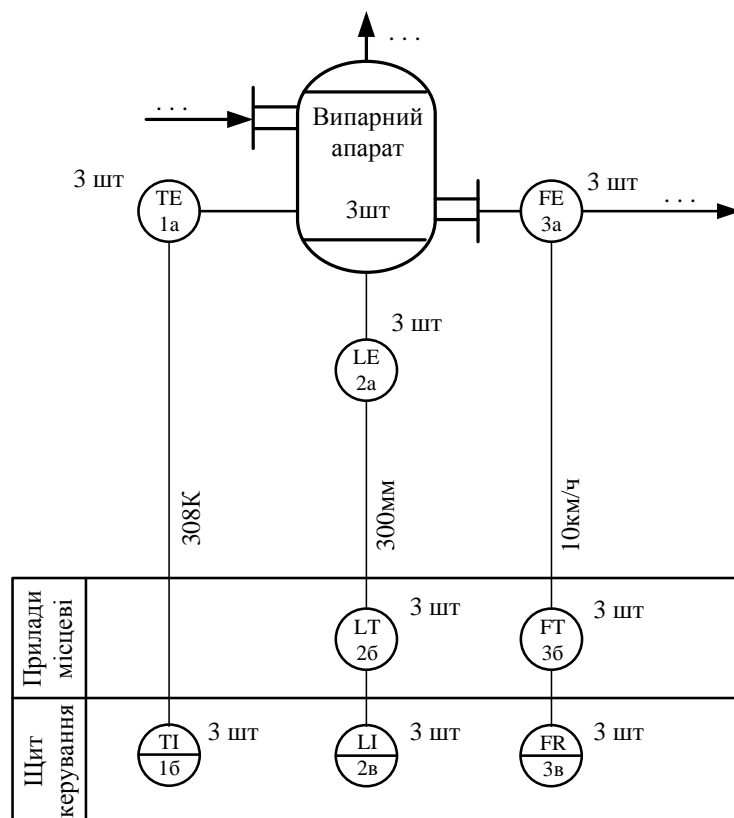


Рис. 3. Відображення кількох однотипних об'єктів ТУ

На схемах подають пояснення. Наприклад: «Схема складена для агрегату 1; для агрегатів 2-5 схеми аналогічні».

### 1.3. Позначення технологічних трубопроводів

Технологічні трубопроводи зображують на креслениках в відповідності зі схемою, прийнятою в технологічній робочій документації.

Деталі трубопроводів, арматура, теплотехнічні і санітарно-технічні пристрої і апаратура показуються умовними позначеннями за ГОСТ 2.785-70 і іншим стандартам.

Якщо позначення трубопроводів на технологічних креслениках не стандартизовані, то на ФСА слід застосовувати умовні позначення, прийняті в технологічних схемах.

На технологічних трубопроводах показують тільки ту регулюючу і запірну арматуру (вентилі, засувки, заслінки, клапани і тому подібне), яка бере участь в АСК ТП. Трубопровідну запірну арматуру (нерегулюючу) у разі потреби зображують по ГОСТ 2.785-70.

Умовне позначення трубопроводу складається з графічного умовного позначення або спрощеного зображення трубопроводу і цифрового позначення транспортованого середовища, що характеризує його вид, призначення і параметри відповідно до ГОСТ 14202-69.

З'єднання і перетин технологічних трубопроводів зображують умовними позначеннями, що показані на рис. 4:

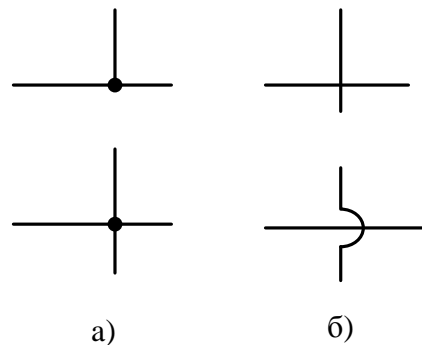


Рис. 4. Зображення з'єднань та перетинів технологічних трубопроводів:

а) з'єднання; б) перетин

Комунікації, що йдуть до початкових або кінцевим апаратів і пристроїв, в яких немає приладів та ЗА, на схемі обривають. У місці обриву ставлять стрілки і дають пояснення. Приклад – «З атмосфери» або «До фільтру».

На кінцях ліній та комунікацій, які переходять з одного листа схеми на інший лист або схему, вказують найменування цих ліній або присвоєні їм позначення і в дужках – номер листа або позначення схеми, де показано продовження цих ліній.

#### 1.4. Позначення середовища та речовин трубопроводів

Цифрове позначення середовища вказують в розривах ліній трубопроводів, над лінією трубопроводу або на полицях ліній винесень (рис. 5).

Відповідно до ГОСТ 14202-69 // першою цифрою позначають вид середовища, що транспортується, наступними цифрами – його призначення і/або параметри.

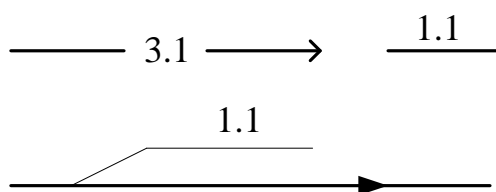


Рис. 5. Приклади позначення ліній комунікації

У стандарті виділено 10 груп середовищ з додатковим поділом, що уточнюють їх характеристики (див. додаток А). У разі потреби, кожна з підгруп може бути розподілена на десять дрібніших підрозділів, що позначають третім знаком цифрового позначення (наприклад, в укрупненій групі 4 «Гази пальні» у складі підгрупи 6 «Вуглеводнів і їх похідні» етилен може бути виділений третім знаком – 4.61).

Для рідин і газів, позначення яких не передбачені стандартами, можуть бути використані і інші цифри, з необхідними поясненнями цих нових умовних позначень.

На трубопроводах, де передбачається встановлення відбірних пристроїв і регулюючих органів, вказуються діаметри умовних ( $D_u$ ) проходів. На технологічних трубопроводах не рекомендується зображувати деталі допоміжного призначення (фільтри, відстійники і т.п.), які не мають принципового значення для читання ФСА.



На лініях трубопроводів наносять стрілки у вигляді рівностороннього трикутника із стороною розміром 5 мм, що вказують напрям потоку речовини. Стрілки, що наносяться на лінії потоків рідких і твердих речовин – зачернюють (див. рис. 1).

## 2. ЗОБРАЖЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Прилади контрольні, ЗА, електричні пристрої та елементи обчислювальної техніки на ФСА зображають відповідно до Міждержавних стандартів ГОСТ 21.408-93, ДСТУ Б А.2.4-3-95 та галузевих нормативних документів. За відсутності в стандартах необхідних зображень дозволяється застосовувати нестандартні зображення, які слід виконувати на основі характерних ознак зображуваних пристроїв. Названі стандарти визначають систему побудови графічних і літерних умовних позначень за функціональними ознаками приладів. Складні прилади, які виконують декілька функцій, можна зображувати декількома дотичними колами.

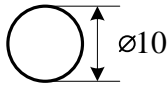
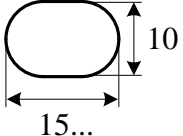
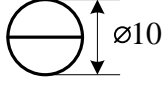
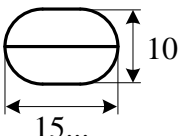
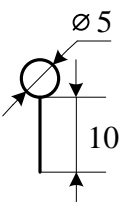

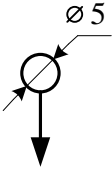

### 2.1. Графічні умовні позначення

Умовне графічне позначення ЗА відображається у вигляді **кола або овалу**, куди вписують літерне умовне позначення, яке і визначає його призначення та виконувані ним функції. Графічні умовні позначення ЗА та електроапаратури відповідно до ГОСТ 21.408-93, ДСТУ Б А.2.4-3-95, ГОСТ 2.741-68, ГОСТ 2.732-68 наведені у табл. 2.1.


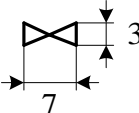

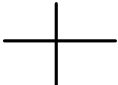
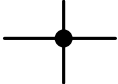
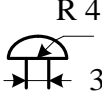
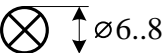
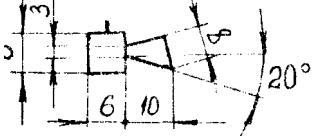
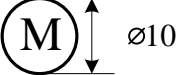
Умовні графічні позначення на ФСА виконують суцільною товстою основною лінією, а горизонтальну розділову межу у середині графічного позначення і лінії зв'язку – суцільною тонкою лінією. Шрифт літерних позначень приймають до ГОСТ 2.304-81 рівним 2,5 мм.

Виконавчий механізм має позначення кружком діаметром 5 мм і 10-міліметровим відрізком, на якому умовно вказується поведінка виконавчого пристрою при зникненні допоміжної енергії або керуючого/регулюючого сигналу (відкриває або закриває регулюючий орган, залишає його в незмінному положенні).

Таблиця 1. Графічні позначення ЗА і електроапаратури та їх розміри

Назва	Позначення	
Первинний вимірювальний перетворювач (датчик): засіб вимірювання, що встановлюється поза щитом (місцевого розміщення) на технологічному проводі, апараті, стіні, підлозі, колоні, металоконструкції: а) базове позначення; б) допустиме позначення.	а)	
	б)	
Прилад, встановлений на щиті, пульті: а) базове позначення; б) допустиме позначення.	а)	
	б)	
Виконавчий механізм. Загальне позначення. Положення регулюючого органа у разі припинення подачі енергії чи керуючого сигналу не показується		
Виконавчий механізм у разі припинення подачі енергії чи керуючого сигналу: а) відкриває регулюючий орган; б) закриває регулюючий орган; в) не змінює стану регулюючого органа.	а)	
	б)	
	в)	

Продовження табл. 1.

Назва	Позначення
Виконавчий механізм з додатковим ручним приводом. Позначення може застосовуватися з будь-яким із додаткових знаків, що характеризують положення регулюючого органу при припиненні подачі енергії або керуючого сигналу	
Регулюючий орган	
Лінія зв'язку. Загальне позначення	
Перетин ліній зв'язку без з'єднання між собою	
Перетин ліній зв'язку із з'єднанням між собою	
Дзвінок електричний	
Лампа накаливання (освітлювальна та сигнальна)	
Гудок електричний	
Машина електрична (М – двигун, Г – генератор)	

Стандарт встановлює два методи побудови умовних позначень:

- а) спрощений;
- б) розгорнений.

При **спрощеному методі** побудови умовних позначень прилади і ЗА, що здійснюють складні функції, наприклад, контроль, регулювання, сигналізацію і виконання у вигляді окремих блоків зображають одним умовним позначенням. При цьому первинні вимірювальні перетворювачі і всю допоміжну апаратуру не зображають.

При **розгорненому методі** побудови кожен прилад або блок, що входить в єдиний вимірювальний, регулюючий або керуючий комплект ЗА, показують окремим умовним позначенням.

Існуючі стандарти не враховують деякі вимоги, які сьогодні пред'являються як до самих технологічних ОК, так і до АСК ТП на цих об'єктах:

- особливості керування небезпечними виробничими об'єктами;
- необхідність побудови для них спеціалізованих підсистем (або паралельних з АСК ТП систем) протиаварійного захисту (ПАЗ);
- особливості застосування в проектній документації сучасних ЗА з їхньою високою інтелектуалізацією і засобів обчислювальної техніки (ЗОТ), у тому числі розподілених засобів ОТ, а також застосування польових інформаційних і керуючих мереж.

У зв'язку з цим пропонується розширити систему умовних позначень приладів та ЗА.


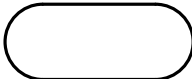
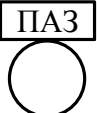
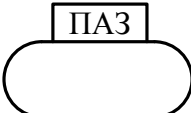

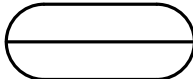
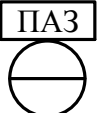


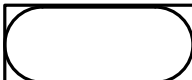



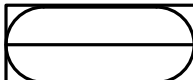

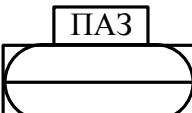

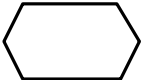
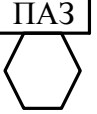


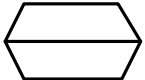
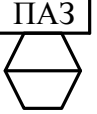

Інтелектуальні ЗА мають позначення: коло, поміщено у квадрат зі стороною 10 мм, або овал у прямокутнику, у якого висота дорівнює 10 мм, а ширина має розмір більший розміру висоти, достатній для розміщення літерних функціональних ознак приладу.

ЗОТ пропонується позначати правильним шестикутником висотою 10 мм, або витягнутим шестикутником також висотою 10 мм і необхідної довжини горизонтальних сторін (табл. 2).


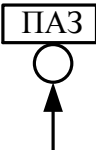

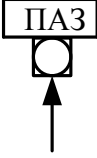

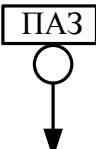

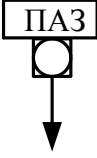

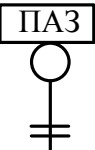

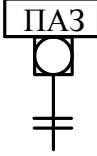
При використанні інтелектуальних виконавчих механізмів коло пропонується поміщати у квадрат зі стороною 5 мм (табл. 3).

Зазначені відображення сучасних ЗА відповідають рекомендаціям стандарту ISO 3511/2 та пропозиціям, що наведені у [8, 12].

Таблиця 2. Умовні позначення приладів автоматизації

В контурі викорис- товуються елементи	Елементи корпусу розташовані:			
	в виробничому приміщенні по місцю		в спеціальному приміщенні на щиті	
	АСК ТП	ПАЗ	АСК ТП	ПАЗ
Прилади звичайно- го типу	 	 	 	 
Прилади інтелекту- ального типу	 	 	 	 
Засоби об- числюва- льної тех- ніки	 	 	 	 

Таблиця 3. Позначення виконавчих механізмів

Виконавчий механізм при припиненні подачі енергії чи керуючого сигналу	Відкриває регулюючий орган	Звичайного типу		
		Інтелектуального типу		
	Закриває регулюючий орган	Звичайного типу		
		Інтелектуального типу		
	Залишає регулюючий орган в незмінному положенні	Звичайного типу		
		Інтелектуального типу		

На ФСА мікропроцесорний контролер може бути показаний у розгорнутому вигляді (рис. 6) – у вигляді таблиці, де у строках відображаються функції, які виконує контролер. Більш детально використання такого зображення викладено у розділі розробки ФСА.

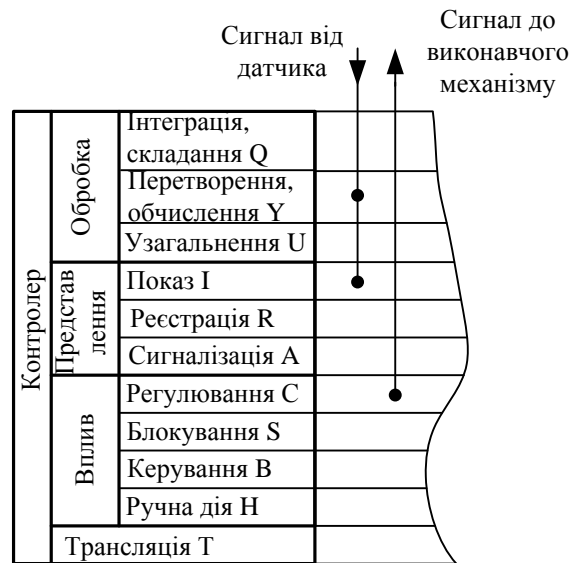


Рис. 6. Розгорнуте умовне зображення контролера

## 2.2. Нанесення літерних умовних позначень

Для визначення функціонального призначення ЗА використовуються літерні позначення, що розміщуються у верхній половині умовного графічного позначення (табл. 4). Всі літерні позначення та додаткові математичні позначення (табл. 5) розбиваються на групи для позначення певних величин або для опису функцій приладу.

Всі літерні позначення розділені на дві групи:

- група 1 включає позначення вимірюваної фізичної величини;
- група 2 пояснює функціональні ознаки контурів контролю і керування (приладів) – вказує на відображення інформації, формування вихідного сигналу або інші функції.



Таблиця 4. Основні літерні позначення вимірюваних величин і функціональних ознак приладів за ГОСТ 21.404-85

Літера	Вимірювана величина		Функція, що виконується приладом		
	Основні позначення першої літери	Позначення, що уточнює позначення першої літери	Відображення інформації	Формування вихідного сигналу	Додаткове призначення
<b>A</b>	+	—	Сигналізація	—	—
<b>B</b>	+	—	—	—	—
<b>C</b>	+	—	—	Автоматичне регулювання, керування	—
<b>D</b>	Щільність	Різниця, перепад	—	—	—
<b>E</b>	Електрична величина	—	+	—	—
<b>F</b>	Витрати	Співвідношення, доля, дробі	—	—	—
<b>G</b>	Розмір, положення, переміщення	—	+	—	—
<b>H</b>	Ручна дія	—	—	—	Верхня межа вимірюваної величини
<b>I</b>	+	—	Показ	—	—
<b>J</b>	+	Автоматичне перемикавання, оббігання	—	—	—
<b>K</b>	Час, часова програма	—	—	+	—
<b>L</b>	Рівень	—	—	—	Нижня межа вимірюваної величини
<b>M</b>	Вологість	—	—	—	—
<b>N</b>	+	—	—	—	—
<b>O</b>	+	—	—	—	—
<b>P</b>	Тиск, вакуум	—	—	—	—
<b>Q</b>	Величина, що характеризує якість: склад, концентрацію і т.п.	Інтеграція, підсумовування за часом	—	+	—
<b>R</b>	Радіоактивність	—	Реєстрація	—	—
<b>S</b>	Швидкість, частота	—	—	Включення, відключення, перемикавання, сигналізація	—
<b>T</b>	Температура	—	—	+	—

<b>U</b>	Декілька різно- рідних вимірю- ваних величин	—	—	—	—
<b>V</b>	В'язкість	—	+	—	—
<b>W</b>	Маса	—	—	—	—
<b>X</b>	Нерекомендо- вана резервна літера	—	—	—	—
<b>Y</b>	+	—	—	+	—
<b>Z</b>	+	—	—	+	—

Примітка: Позначення, відмічені знаком «+», є резервними, а відмічені знаком «—» не використовуються.

Для позначення вимірюваної величини використовуються одна або дві літери.

Перша літера позначення відповідно до таблиці 4 відповідає вимірюваній величині (табл. 5).

Таблиця 5. Основні літерні умовні позначення вимірюваних величин

Позн.	Основне значення першої літери	Позн.	Основне значення першої літери
D	Щільність	P	Тиск, вакуум
E	Електрична величина	Q	Величина, що характеризує якість: склад, щільність і то- му подібне
F	Витрата	R	Радіоактивність
G	Розмір, положення, переміщення	S	Швидкість, частота
H	Ручна дія	T	Температура
K	Час, часова програма	U	Декілька різнорідних вимі- рюваних величин
L	Рівень	V	В'язкість
M	Вологість	W	Маса

За відсутності необхідних літерних позначень використовують резервні літери (A, B, C, I, J, N, O, X, Y, Z). Усі випадки застосування резервних літер повинні супроводжуватися необхідними поясненнями на ФСА.

Літера X не рекомендується до застосування.

Для уточнення вимірюваного параметра (перша літера) використовується друга додаткова літера, що може бути або додатковою літерою із групи 1 (D, F), або літерою, що несе функціональну ознаку (J, Q). Передбачено тільки чотири додаткові літерні позначення – D, F, J, Q (табл. 6).

Таблиця 6. Додаткові літерні позначення уточнення вимірюваної величини

Позн.	Додаткове значення	Позн.	Додаткове значення
D	Різниця, перепад	F	Співвідношення, доля, дріб
J	Автоматичне переми- кання, оббігання	Q	Інтеграція, підсумовування за часом

Аналогічно для умовного позначення функціональних ознак приладів також використовуються основні (для функцій відображення інформації та формування вихідного сигналу) та додаткові (для визначення меж параметру) літерні позначення з основного набору літер (табл. 7).

Таблиця 7. Літерні умовні позначення функціональних ознак ЗА

Позн.	Відображення інформації	Позн.	Формування ви- хідного сигналу	Позн.	Додаткове значення
A	Сигналізація	C	Регулювання, ке- рування	H	Верхня межа вимірюваної величини
I	Показ	S	Включення, відк- лючення, переми- кання	L	Нижня межа вимірюваної величини
R	Реєстрація				

Можливі додаткові літерні позначення – Е, Т, К, У, які вживаються для вказівки додаткових функціональних ознак приладів, перетворювачів сигналів і обчислювальних пристроїв (табл. 8).

Таблиця 8. Додаткові літерні позначення функціональних ознак приладів

Позн.	Функціональна ознака	Призначення
Е	Чутливий елемент	Пристрої, що виконують первинне перетворення – перетворювачі термоелектричні, термоперетворювачі опору, датчики пірометрів, звужуючі пристрої витратомірів і т. п.
Т	Дистанційна передача	Прилади безшкальні з дистанційною передачею сигналу – манометри, дифманометри, манометричні термометри
К	Станція керування	Прилади, що мають перемикач для вибору виду керування і пристрій для дистанційного керування
У	Перетворення, обчислювальні функції	Для побудови позначень перетворювачів сигналів і обчислювальних пристроїв

Також використовуються додаткові літерні позначення побудовані із застосуванням літер латинського алфавіту і математичних знаків, що визначають характеристики роботи ЗА (табл. 9).

Таблиця 9. Додаткові літерні позначення при побудові позначень перетворювачів сигналів і обчислювальних пристроїв

Найменування	Позн.
1 Рід енергії сигналу:	
– електричний	E
– пневматичний	P
– гідравлічний	G
2 Види форм сигналів:	
– аналоговий	A
– дискретний	D
3 Операції, що виконується обчислювальним пристроєм:	
– підсумовування	$\Sigma$
– множення сигналу на постійний коефіцієнт K	K
– перемножування сигналів один на одного	X
– ділення сигналів один на одного	:
– піднесення величини сигналу $f$ до ступеня n	$f^n$
– витягання з величини сигналу кореня n-го степеня	$\sqrt[n]{\phantom{x}}$
– логарифмування	lg
– диференціювання	dx/dt
– інтегрування	$\int$
– зміна знаку сигналу	x(-1)
– обмеження верхнього значення сигналу	max
– обмеження нижнього значення сигналу	min
4 Зв'язок з обчислювальним комплексом	
– передача сигналу на ЕОМ	Bi
– вивід інформації з ЕОМ	Bo

Можливі комбінації літерних позначень наведені у табл. 2.10, а їх використання на умовних позначеннях приладів у додатку В.

Таблиця 10. Літерний опис функціонального призначення приладів

Пристрої та функції	Літера групи 2	Найменування	Група 1 — перша літера (з додатковим позначенням)								
			T	P(РД)	F	L	Д	Q	G	Н	U
			тем-пература	тиск, вакуум, перепад тиску	ви-тра-та	рі-вень	щільність	якість, кон-центрація, аналіз	роз-мір, поло-ження, подія	руч-ний вплив (дія)	декі-лька від-мінних вели-чин
Обробка	Q	Інтегрування, підсумовування	QA	PQ РДQ	FQ	LQ	ДQ	QQ	GQ	—	UQ
	Y	Перетворення, обчислення	TY	PY РДY	FY	LY	ДY	QY	GY	—	GY
	U	Узагальнена функція	TU	PU РДУ	FU	LU	ДУ	QU	GU	HU	UU
Представлення	I	Індикація	TI	PI РДІ	FI	LI	ДІ	QI	GI	—	UI
	R	Реєстрація	TR	PR РДR	FR	LR	ДR	QR	GR	—	UR
	A	Сигналізація	TA	PA РДА	FA	LA	ДА	QA	GA	HA	UA
Вплив	C	Регулювання	TC	PC РДС	FC	LC	ДС	QC	GC	HC	UC
	S	Блокування	TS	PS РДС	FS	LS	ДС	QS	GS	HS	US
	B	Керування	TB	PB РДВ	FB	LB	ДВ	QB	GB	HB	UB
Т		Трансляція, передача даних	TT	PT РДТ	FT	LT	ДТ	QT	GT	—	UT

### 2.3. Порядок нанесення умовних позначень

Методика побудови умовних графічних позначень для спрощеного і розгорнутого способів є загальною. У **верхній частині кола** наносяться літерні позначення вимірюваної величини і функціональної ознаки приладу. У **нижній частині кола** наноситься позиційне позначення (цифрове або літерно-цифрове), що слугує для нумерації контуру виміру або регулювання (при спрощеному способі побудови умовних позначень) чи окремих елементів контуру (при розгорнутому способі побудови умовних позначень) (рис. 7).

Порядок розташування літер в літерному позначенні приладів (у верхній частині кола, зліва направо) приймають наступним:

- основне позначення вимірюваної величини;
- уточнення вимірюваної величини (D, F, J, Q);
- додаткове позначення (E, T, K, Y) вимірюваної величини (при необхідності);
- позначення функціональної ознаки приладу.

Шрифт літерних позначень застосовують по ГОСТ 2.304-81 рівним 2,5 мм.

При побудові позначень контурів контролю та автоматизації перша літера в позначенні кожного приладу або пристрою (окрім пристроїв ручного керування) є найменуванням вимірюваної величини.

При побудові умовних позначень перетворювачів сигналів, обчислювальних пристроїв написи, що визначають вид перетворювача або операції (табл. 9), здійснювані обчислювальним пристроєм, наносять праворуч від графічного позначення приладу.

Принцип побудови умовного позначення приладу приведений на рис. 7.

Порядок розташування літерних позначень функціональних ознак приладів приймають з дотриманням послідовності позначень I, R, C, S, A.

При використанні приладом одночасно функцій виміру I і реєстрації R літеру I в умовному позначенні можна не писати.

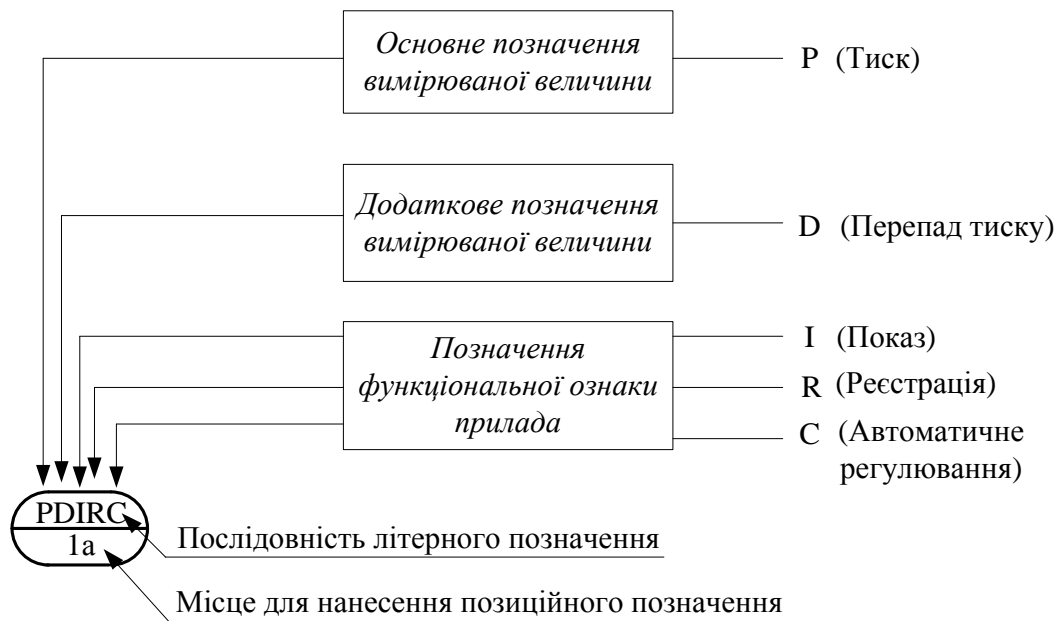


Рис. 7. Принцип побудови умовного позначення приладу

При побудові умовних позначень функцій приладів слід вказувати не усі функціональні ознаки приладу, а лише ті, які використовуються в контурі на цій ФСА. Так, при позначенні показуючих і самописних приладів (якщо функція «показ» не використовується) слід писати TR замість TIR, PR замість PIR і т.д.

Функціональні ознаки (якщо їх декілька в одному приладі) також розташовуються в певному порядку. Наприклад, при побудові умовного позначення сигналізатора рівня на основі безшкального приладу з контактним регулюючим пристроєм та вбудованими сигнальними лампами слід писати:

- а) LS – якщо прилад використовується тільки для дистанційної сигналізації відхилення рівня, включення (відключення) насосу, блокування та інше;
- б) LA – якщо використовуються тільки сигнальні лампи самого приладу;
- в) LSA – якщо виконуються обидві попередні функції: а) і б);



г) LC – якщо прилад використовується для позиційного регулювання рівня.

## 2.4. Правила використання умовних позначень

При використанні умовних позначень за ГОСТ 21.404-85 необхідно керуватися наступними правилами.

Літера А (табл. 4) застосовується для позначення функції «сигналізації» при спрощеному способі побудови умовних позначень, а також при розгорнутому способі, коли для сигналізації використовуються лампи, вбудовані в сам прилад. В усіх інших випадках для позначення контактної пристрою приладу застосовується літера S і при необхідності символ лампи, гудка, дзвінка. Граничні значення вимірюваних величин (*max* або *min*), що сигналізуються, слід конкретизувати додаванням літер Н і L. Ці літери наносяться поза графічним позначенням, праворуч від нього (рис. 8,а).

Літеру S не слід застосовувати для позначення функції регулювання (у тому числі позиційного).

У разі потреби в умовному позначенні приладу передати об'єм інформації більший, ніж закодований в літерному позначенні, або для конкретизації вимірюваної величини, біля зображення приладу (праворуч від нього) необхідно вказувати найменування або символ вимірюваної величини, наприклад "напруга", "струм", pH, O<sub>2</sub> і т. д. (рис. 8, 9).

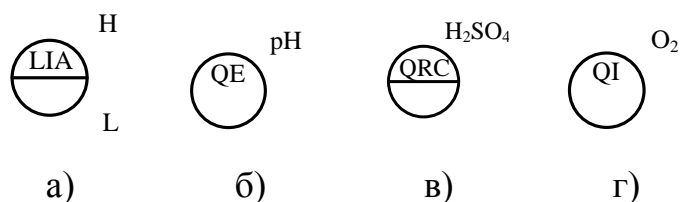


Рис. 8. Умовні позначення приладів

У випадках необхідності біля зображення приладу допускається вказувати вид радіоактивності:  $\alpha$ -,  $\beta$ - або  $\gamma$ - випромінювання (рис. 9,а).

Літера U може бути використана для позначення приладу, що вимірює декілька різнорідних величин. Детальна розшифровка вимірюваних величин має бути приведена біля приладу або на полі кресленика (рис. 9,б).

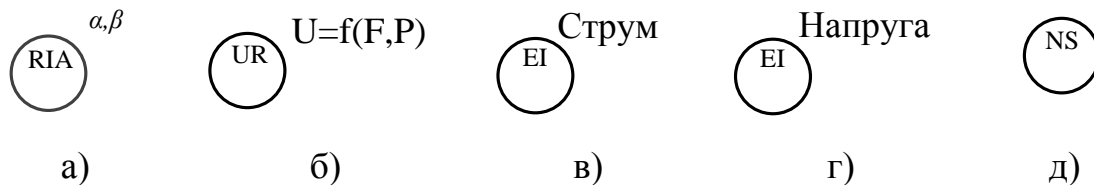


Рис. 9. Умовні позначення приладів

Для позначення величин, не передбачених стандартом, можуть бути використані резервні літери. Багаторазово вживані величини слід позначати однією і тією ж резервною літерою, як показано на рис. 9,д (N – позначення пускової апаратури, реле). Застосування літери N для позначення пускової апаратури можна не обумовлювати. При необхідності застосування резервних літерних позначень вони мають бути розшифровані на ФСА. Не допускається в одній і тій же документації застосування однієї резервної літери для позначень різних величин.

Якщо позиційне позначення приладу не поміщається в коло, допускається нанесення його поза колом.

Літера E застосовується для позначення чутливих елементів, тобто пристроїв, що виконують первинне перетворення. Прикладами первинних перетворювачів є термометри термоелектричні (термопари), термометри опору, датчики пірометрів, звужуючі пристрої витратомірів, датчики індукційних витратомірів і тому подібне.

Літера T означає проміжне перетворення – дистанційну передачу сигналу. Її рекомендується застосовувати для позначення приладів з дистанційною передачею показів, наприклад безшкальних манометрів (дифмано-

метрів), манометричних термометрів з дистанційною передачею і тому подібне.

Літера К застосовується для позначення приладів, що мають станцію керування, тобто перемикач вибору виду керування (автоматичне, ручне).

Літера Y рекомендується для позначення перетворювачів сигналів і обчислювальних пристроїв.

Порядок побудови умовних позначень із застосуванням додаткових літер наступний:

- на першому місці ставиться літера, що означає вимірювану величину;
- на другому – одна з додаткових літер E, T, K або Y.

Наприклад, первинні вимірювальні перетворювачі температури (термометри термоелектричні, термометри опору та ін.) позначаються TE, первинні вимірювальні перетворювачі витрати (звужуючі пристрої витратомірів, датчики індукційних витратомірів та ін.) – FE; безшкальні манометри з дистанційною передачею показів – PT; безшкальні витратоміри з дистанційною передачею – FT і т. д.

При застосуванні позначень написи, що розшифровують вид перетворення або операції, що виконуються обчислювальним пристроєм, наносяться праворуч від графічного зображення приладу (рис. 10).

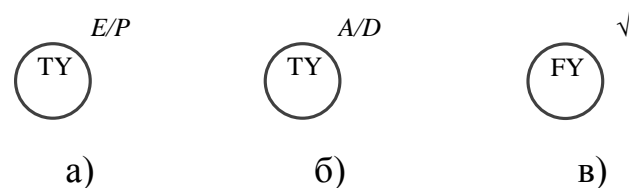


Рис.10. Приклад побудови умовних графічних позначень перетворювачів сигналів та обчислювальних пристроїв: а) електропневматичний перетворювач температури; б) перетворювач аналогового сигналу у дискретний; в) обчислювальний пристрій, що виконує операції добутку квадратного кореня

В обґрунтованих випадках щоб уникнути неправильного розуміння ФСА допускається замість умовних позначень приводити повне найменування перетворюваних сигналів. Також рекомендується означати деякі рідко вживані або специфічні сигнали, наприклад кодовий, часоімпульсний, числоімпульсний і т. д.

При побудові позначень контурів контролю і автоматизації перша літера в позначенні кожного приладу, що входить в контур, є найменуванням вимірюваної контуром величини. Наприклад, в контурі для виміру і регулювання температури первинний вимірювальний перетворювач слід означати ТЕ, регулюючий блок (регулятор) – ТС, вторинний реєструючий прилад – TR і т. п.;

При побудові умовних позначень за ГОСТ 21.404-85 передбачаються наступні виключення:

- усі пристрої, виконані у вигляді окремих блоків і призначені для ручних операцій, повинні мати на першому місці в позначенні літеру Н незалежно від того, до складу якого вимірювального контуру вони входять, наприклад, перемикачі електричних ланцюгів виміру (керування), перемикачі газових (повітряних) ліній позначаються HS, байпасні панелі дистанційного керування – HC, кнопки (ключі) для дистанційного керування, задатчики – H і тому подібне;
- при позначенні контуру, призначеного для виміру декількох різнорідних величин, первинні вимірювальні перетворювачі (датчики) слід означати відповідно до вимірюваної величини, вторинний прилад – U;
- в окремих випадках при побудові позначень контурів, призначених для виміру якості непрямым методом, перша літера в позначенні датчика може відрізнятися від першої літери в позначенні вторинного приладу (наприклад, для виміру якості продукту ко-

ристуються методом температурної депресії). Датчиками температури при цьому є термометри опору, вторинним приладом – автоматичний міст. Позначення такого комплекту при розгорнутому способі буде наступним: датчики – ТЕ, вторинний прилад – QR.

Щоб уникнути різночитань літери «З» і «О», що мають зображення схожі на цифри, застосовувати не допускається.

Приклади побудови умовних позначень приладів і засобів автоматизації систем контролю та регулювання відповідно до ГОСТ21.404-85 «Позначення умовні приладів і засобів автоматизації в схемах» наведені у додатку В.

## 2.5. Позиційне умовне позначення

Усі ЗА, що показані на ФСА, повинні мати позиційне (цифрове) позначення. На стадії робочої документації (робочого проекту) позиції ЗА привласнюються по специфікаціям ТУ і вони складаються з двох частин: цифрового позначення, що привласнюється контуру і літерних індексів – прописних літер алфавіту, що привласнюються окремим елементам (ЗА), що входять в контур (функціональну групу). Наприклад: засобам контуру 1 – 1а, 1б, 1в, 1г і т.д.; контуру 5 – 5а, 5б, 5в, 5г і т.д.

Окремим ЗА, що не входить в контури контролю і керування, наприклад показуючим термометрам, манометрам, регуляторам прямої дії і тому подібне, привласнюються позиції, що складаються тільки з порядкового номера.

Літерні позначення привласнюються кожному елементу контуру в порядку алфавіту залежно від послідовності проходження сигналу – від пристрою отримання інформації до пристроїв дії на керований процес.

Позиційні позначення повинні привласнюватися усім елементам функціональних груп, за виключенням:

- а) відбірних пристроїв;
- б) приладів і ЗА, що поставляються комплектно з ТУ;
- в) регулюючих органів і виконавчих механізмів, що входять в цю систему автоматичного керування, але замовляються і встановлюються в технологічних частинах проекту.

Привласнення позиції контурам, а також окремим ЗА виконується при записі їх в специфікації за параметричними групами в наступній послідовності:

- технічні засоби для виміру і регулювання температури;
- технічні засоби для виміру і регулювання тиску і розрідження;
- технічні засоби для виміру і регулювання витрати і кількості речовини;
- технічні засоби для виміру і регулювання рівня;
- технічні засоби для виміру і регулювання складу і якості речовини;
- інші прилади, регулятори, комплектні пристрої.

Контурам, що складаються з декількох датчиків і одного вторинного приладу, привласнюють позиції, що містять загальний цифровий індекс і декілька літерних індексів. При цьому однаковим датчикам слід надавати однакові літерні індекси, різним – різні. Вторинному приладу надають наступний літерний індекс.

Позначення на ФСА електроапаратури на стадії робочої документації або при одно-стадійному проектуванні повинні відповідати позначенням, прийнятим в принципових електричних схемах.

При визначенні меж кожної функціональної групи слід враховувати наступну обставину: якщо який-небудь прилад або регулятор пов'язаний з декількома датчиками або отримує додаткові дії по інших параметрах (наприклад, коригуючий сигнал), тоді всі елементи схеми, що здійснюють до-

даткові функції, відносяться до тієї функціональної групи, на яку вони впливають.

Регулятор співвідношення, зокрема, входить до складу тієї функціональної групи, на яку справляється провідна дія по незалежному параметру. Те ж відноситься і до прямого цифрового керування, де вхідним ланцюгом контуру регулювання привласнюється одна і та ж позиція.

Однаковим по типу і характеристиках місцевим приладам допускається привласнювати однакові позиції незалежно від місця їх установки.

### 3. ЗАГАЛЬНІ ПРАВИЛА ВИКОНАННЯ СХЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ

#### 3.1. Розробка структури системи автоматизації

При проектуванні АСК в першу чергу слід починати з розгляду структури системи автоматизації, що проектується, та її функцій. Необхідно дослідити систему і визначити такі питання:

- 1) основну функцію системи;
- 2) якщо система є складною, то розділити її на простіші підсистеми (контури вимірювання, контролю, керування тощо);
- 3) функції кожної підсистеми (контуру) та зв'язок між підсистемами (контурами);
- 4) побудувати ієрархічну структуру системи;
- 5) визначити місце кожної підсистеми (контуру) в загальній ієрархічній структурі системи;
- 6) виділити і відкинути (якщо такі є) прилади і ЗА, що не мають відношення до АСК, що проектується. Це можуть бути якісь засоби, що розробляються у іншій частині загального проекту автоматизації.
- 7) Вибрати комплекс основних технічних засобів, на базі якого буде реалізована система автоматизації. Наприклад, на основі:
  - локальних регуляторів (рис. 11) і вторинних приладів (апаратне рішення, рис. 12);
  - вільнопрограмованих контролерів (рис. 13) і операторські станції на базі персональних комп'ютерів (рис. 14);
  - РС-контролерів з вбудованими операторськими панелями (рис. 15).





Рис. 11. Серія регуляторів температури **Zelio Control REG** від компанії  
Schneider Electric



Рис. 12. Вторинні показуючі прилади



Рис. 13. Вільнопрограмовані контролери



Рис. 14. Система керування з операторською станцією на базі персонального комп'ютера, вільнопрограмованих контролерів та інтелектуальних польових ЗА



Рис. 15. Контролер з дисплеєм та клавіатурою

### 3.2. Розробка функціональної схеми автоматизації

ФСА розробляється для конкретного технологічного ОК. Об'єктом автоматизації найчастіше є ТП або виробнича ділянка. Функціональні схеми є основними технічними документами, що визначають функціонально-блокову структуру окремих вузлів автоматичного контролю, керування і регулювання ТП і оснащення ОК комплексом ЗА.

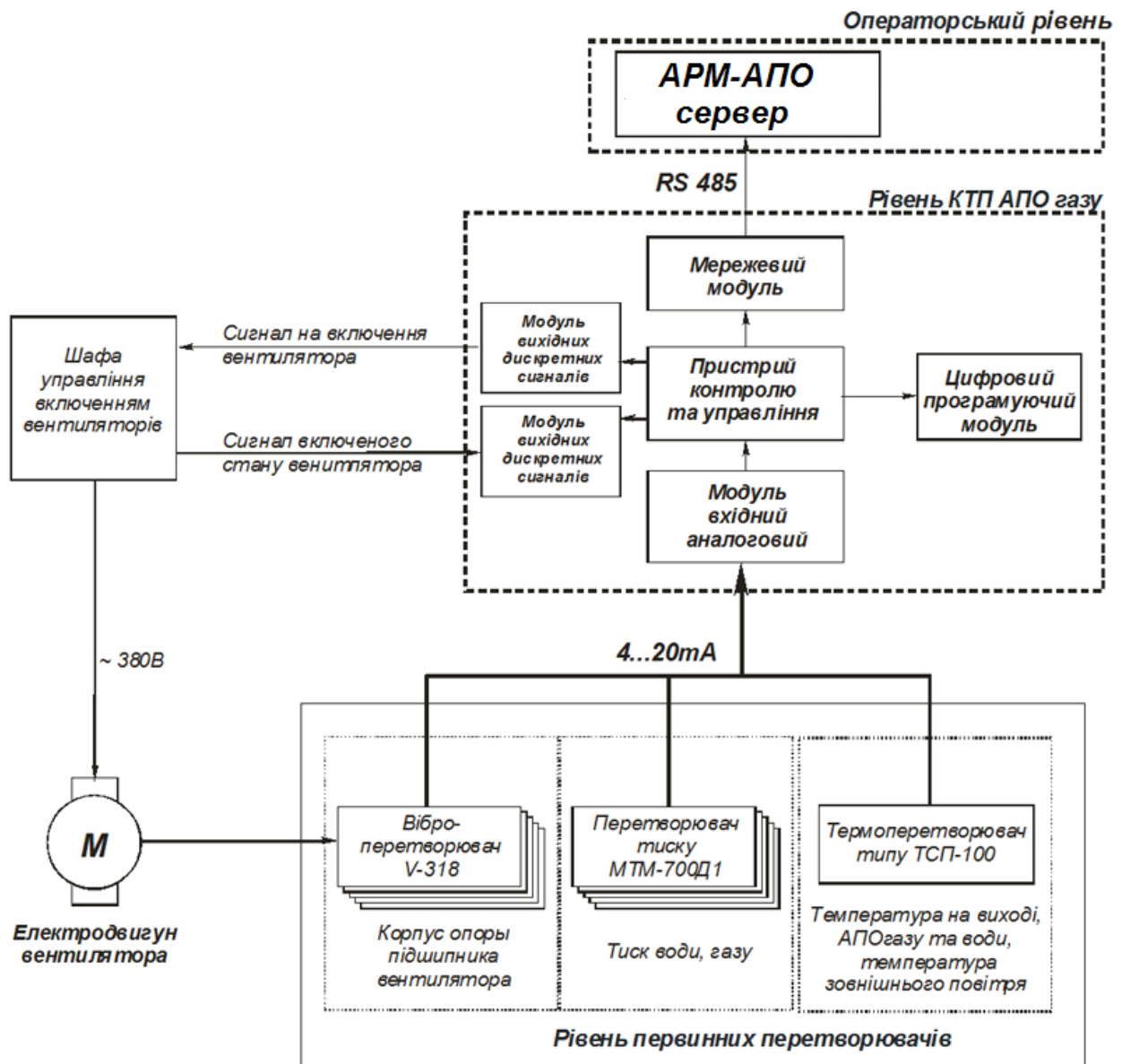


Рис. 16. Приклад структури (комплексу технічних засобів) об'єкту керування - комплектної трансформаторної підстанції (КТП) за допомогою вентиляторів агрегатів повітряного охолодження (АПО).

(<http://kotris.kiev.ua/produkt/kompleks/65-kompleks-avtomatizirovannogo-kontrolja-i-zashhity.html>)

Об'єктом керування в АСК ТП є сукупність основного і допоміжного ТУ, оснащеного вбудованими в нього заслінками, кранами та іншими регулюючими органами, а також потоки енергії, сировини та інших матеріалів, що визначаються особливостями використовуваної технології. Ство-

рення ефективних систем автоматизації зумовлює необхідність глибокого вивчення ТП.

При розробці ФСА ТП необхідно вирішити наступні питання:

- отримання первинної інформації про стан ТП і ТУ;
- забезпечення безпосередніх дій на ТП для керування ним;
- регулювання технологічних параметрів ТП;
- контроль та реєстрація технологічних параметрів процесів і стану ТУ.

Вказані завдання вирішуються на підставі аналізу умов роботи ТУ, виявлених законів і критеріїв керування об'єктом, а також вимог, що пред'являються до точності регулювання, контролю і реєстрації технологічних параметрів, до якості регулювання і надійності.

Функціональні завдання автоматизації, як правило, реалізуються за допомогою технічних ЗА, що включають: відбірні пристрої, засоби отримання первинної інформації, засоби перетворення і переробки інформації, засоби представлення і видачі інформації обслуговуючому персоналу, комбіновані, комплектні і допоміжні пристрої. Результатом розробки функціональних схем є:

- 1) визначення функцій АСК ТП і розподіл цих функцій по рівнях керування;
- 2) визначення способів представлення інформації про стан ТП і ТУ;
- 3) визначення вимог до входів-виходів АСК ТП;
- 4) розміщення ЗА на ТУ і трубопроводах, щитах, пультах, в пунктах керування і тому подібне;
- 5) вибір методів і засобів виміру і контролю технологічних параметрів;
- 6) вибір основних технічних ЗА, що якнайповніше відповідають вимогам, що пред'являються, і умовам роботи об'єкту, що автоматизується;

- 7) вибір приводів виконавчих механізмів регулюючих і блокуючих органів ТУ;
- 8) формування переліку ЗА, необхідних для реалізації проекту.

Розробка ФСА — відповідальний етап проектування і від прийнятих на цьому етапі рішень багато в чому залежить кінцевий результат автоматизації процесу. На основі накопиченого досвіду розробки систем автоматизації можна сформулювати деякі загальні принципи, якими слід керуватися при розробці ФСА:

- 1) рівень автоматизації ТП в кожен період часу повинен визначатися не лише доцільністю впровадження певного КТЗ і досягнутим рівнем науково-технічних розробок, але і перспективою модернізації і розвитку ТП. Повинна зберігатися можливість нарощування функцій керування;
- 2) при розробці функціональних і інших видів схем автоматизації і при виборі технічних засобів повинні враховуватися: вид і характер ТП, умови пожежо- і вибухонебезпеки, агресивність і токсичність довкілля; параметри і фізико-хімічні властивості вимірюваного середовища; відстань від місць установки датчиків, допоміжних пристроїв, виконавчих механізмів, приводів машин і запірних органів до пунктів керування і контролю; необхідна точність і швидкодія ЗА;
- 3) АСК ТП повинна будуватися, як правило, на базі ЗА і керування, що серійно випускаються. Необхідно прагнути до застосування однотипних ЗА і уніфікованих систем, що характеризуються сумісністю, взаємозамінюваністю і зручністю компонування. Використання однотипної апаратури дає значні переваги при монтажі, наладці, експлуатації, забезпеченні запасними частинами;

- 4) у випадках, коли СА не можуть бути побудовані на базі тільки серійної апаратури, в процесі проектування видаються відповідні технічні завдання на розробку нових ЗА;
- 5) вибір ЗА, що використовують допоміжну енергію (електричну, пневматичну або гідравлічну), визначається умовами пожежо- і вибухонебезпеки об'єкту, що автоматизується, агресивністю довкілля, вимогами до швидкодії, дальності передачі сигналів інформації та керування;
- 6) кількість приладів, ЗА і сигналізації, що встановлюється на оперативних щитах і пультах, має бути обмежена. Надлишок апаратури ускладнює експлуатацію, відволікає увагу обслуговуючого персоналу від спостереження за основними приладами, що визначають хід ТП, збільшує вартість установки і терміни монтажних і налагоджувальних робіт;
- 7) основним засобом керування технічними об'єктами в сучасних умовах є спеціалізовані засоби обчислювальної техніки (промислові комп'ютери, програмовані контролери та ін.). Саме на ці засоби слід орієнтуватися при розробці системи автоматизації;
- 8) при побудові сучасних складних централізовано-розподілених систем керування використовується принцип локальних обчислювальних мереж, що дозволяє оптимізувати інформаційні лінії зв'язку і процеси обміну інформацією в системі керування.

Перераховані принципи є загальними, але не вичерпними для усіх випадків, які можуть зустрітися в практиці проектування АСК ТП. Проте для кожного конкретного випадку їх слід мати на увазі при реалізації технічного завдання на автоматизацію проектованого об'єкту.

На кресленнику ФСА передусім, спрощено відображається сам об'єкт автоматизації (ТП, виробнича ділянка та ін.). Зображення об'єкту автоматизації займає основний простір кресленника. Об'єкт автоматизації може зо-

бразуватися у вигляді технологічної схеми, у вигляді планування, кінематичної схеми, комбінованої схеми та ін. При зображенні ОА слід використовувати умовні позначення, передбачені стандартами ЄСКД.

Схема об'єкту автоматизації повинна давати ясне уявлення про його склад і роботу і про взаємодію ЗА з об'єктом автоматизації.

На схемі об'єкту автоматизації умовними символами показуються контрольовані величини і місця установки вимірювальних пристроїв і виконавчих механізмів, що використовуються для автоматизації. Передача вимірювальних (керуючих) сигналів, зображається у вигляді ліній зв'язку, що сполучають датчики і виконавчі пристрої з системою керування.

Можна виділити два рівня розміщення технічних засобів:

1) місцевий рівень (польовий):

- розміщення пристроїв отримання та передачі інформації (для інтелектуальних засобів (мікропроцесорних) додатково первинної обробки та перетворення у цифровий сигнал) на ТУ чи біля нього, можливо на місцевих щитах (рис. 17);
- розміщення регулюючих органів (кранів, задвижок, шиберів тощо) на ТУ і біля них виконавчих механізмів (електродвигунів, пневмореле тощо) (рис. 18);

2) Операторський рівень – пункти керування, у яких розміщені щити з регуляторами (контролерами), засоби відображення інформації у вигляді вимірювальних приладів, дисплеїв, панелей, апаратура вибору режиму роботи «ручний-автоматичний», запуску та зупинки ТУ, сигналізації режимів роботи (рис. 19).



Рис. 17. Місцеві шафи регулювання



Рис. 18. Виконавчі пристрої та регулюючі органи на трубопроводі



Рис. 19. Операторський пункт складного виробництва



Операторських пунктів може бути кілька рівнів, наприклад, технолог-оператор технологічної установки, оператор цеху, головний інженер. Зв'язок між цими рівнями на сучасному рівні забезпечується мережею Ethernet, що застосовує стандартні протоколи обміну інформацією (рис. 20).

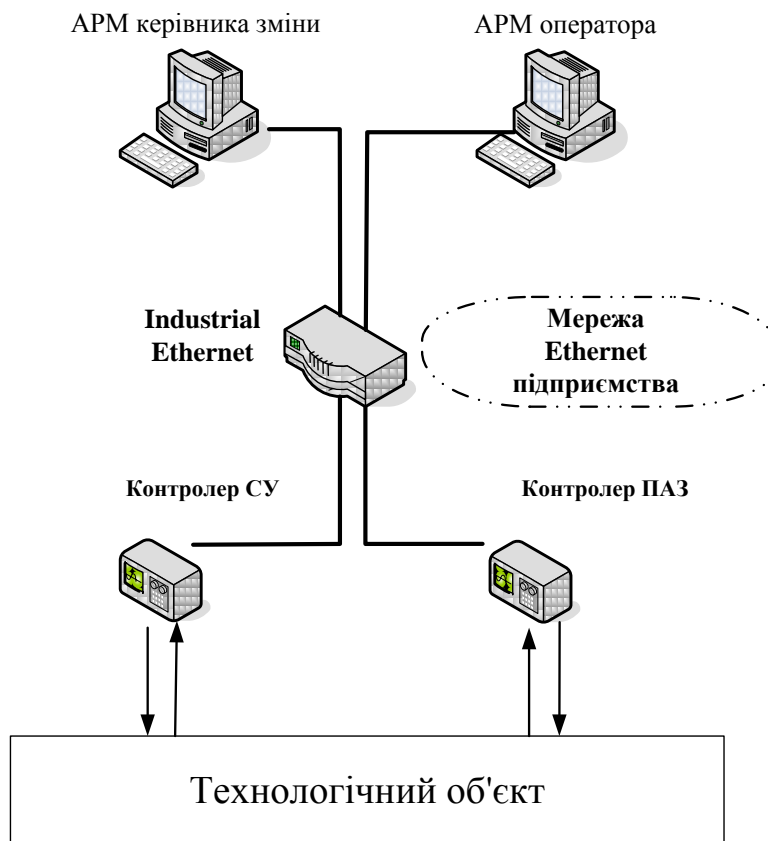


Рис. 20. Приклад структури системи керування

На ФСА показується зв'язок усіх технічних ЗА у послідовності проходження сигналів від датчиків до оператора (регулятора) і у зворотному напрямку – від оператора (регулятора) до виконавчого механізму.

Умовні графічні та літерні позначення приладів і контурів контролю та керування приймають за ГОСТ 21.404. Літерні позначення величин, що вимірюються, та функціональних ознак приладів вказують у верхній частині кола (овалу).

Лінії зв'язку між приладами і контурами контролю та керування зображують на схемах суцільною тонкою лінією незалежно від виду сигналів та кількості проводів і труб.

Системи керування електроприводами устаткування, що не мають зв'язку з контурами контролю і автоматичного регулювання фізико-хімічних параметрів ТОК, на ФСА, як правило, не показують.

Необхідно відзначити особливість виконання схеми автоматизації при застосуванні в АСК ТП засобів обчислювальної техніки й первинних перетворювачів інтелектуального типу.

Польові ЗА органічно фізичним образом повинні бути зв'язані із вхідними/вихідними елементами пристроїв зв'язку з об'єктом (ПЗО) мікропроцесорної керуючої техніки або вторинних приладових засобів. Зв'язок може бути організовано з використанням ланцюгів виміру, контролю, керування чи регулювання потенційного виду або з використанням промислових мереж (HART, ASI, Profibus DP, FF, Devicenet і т.д.). Вид зв'язку для передачі інформації впливає на вибір польових ЗА, вторинних приладів і засобів обчислювальної техніки. Тому на основному документі для проектування системи керування – схемі автоматизації допускається вказувати кількість і види каналів зв'язку польових засобів із засобами ОТ.

Передбачається два способи виконання ФСА:

- спрощений, при якому на схемі зображують основні функції контурів контролю та керування (без виділення окремих технічних ЗА, що до них входять, та зазначення місця розташування);
- розгорнутий, при якому на схемі зображують склад і місце розташування технічних ЗА кожного контуру контролю та керування.

Незалежно від прийнятого способу, ФСА можуть бути виконані із зображенням ТУ (рис. 24) і без його зображення (рис. 21), коли точки контролю і керування в технологічних цехах в невеликій кількості, а зображення ТУ захиращують ФСА. В цьому випадку у верхній частині ФСА за-

мість зображення ТУ приводять таблицю, вертикальні графи якої відповідають первинним вимірювальним перетворювачам, відбірним пристроям, виконуючим механізмам і т.п. В графи вносять найменування ТУ, комунікацій, контрольованих і регульованих параметрів.

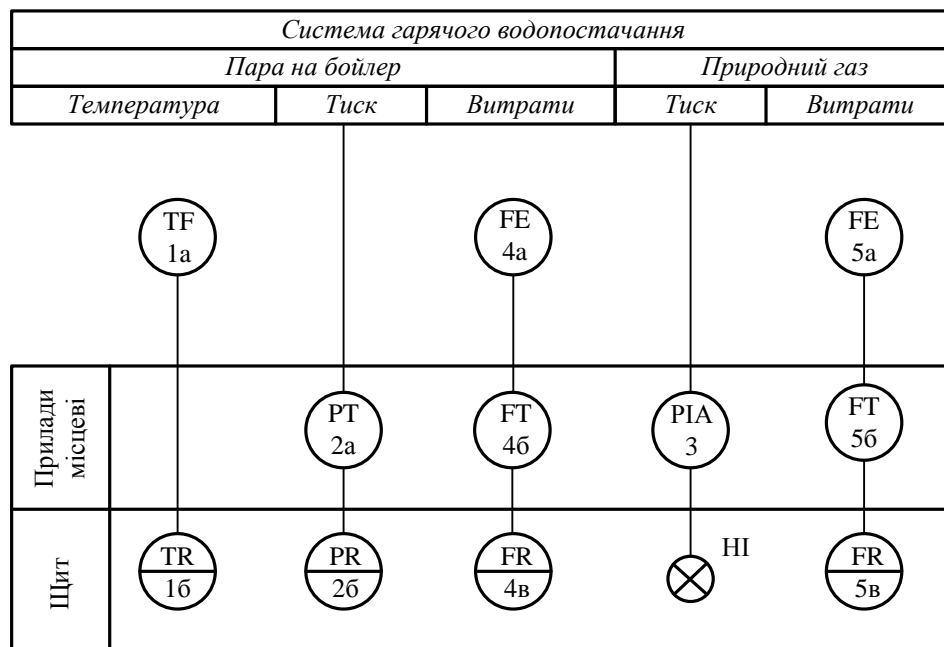


Рис. 21. Приклад виконання схеми без зображення ТУ

### 3.3. Закладні та відбірні пристрої

Схеми автоматизації (СА) виконуються відповідно до державного стандарту ДСТУ Б А.2.4-3-95 (ГОСТ 21.408-93). Відповідно до цього документу для забезпечення подальшої автоматизації на етапі розробки схем технологічного обладнання необхідно передбачити встановлення на технологічному обладнанні та трубопроводах закладних конструкцій, первинних приладів та ЗА, що включають:

- закладні конструкції, призначені для встановлення приладів вимірювання температури;
- відбірні пристрої тиску, рівня, складу та якості речовини;

- первинні прилади (об'ємні та швидкісні лічильники, звужуючі пристрої, ротаметри, датчики витратомірів та концентратомірів);
- поплавкові та буйкові датчики рівнемірів і сигналізаторів рівня;
- регулюючі клапани.

Деталь або складальна одиниця, що нерозривно вбудовується в технологічні апарати і трубопроводи і забезпечує розміщення у ній первинного вимірювального перетворювача називається закладною конструкцією або закладним елементом (бобишка, штуцер, кишень, гільза і т. п.).

Закладна конструкція або закладний елемент повинен забезпечувати необхідну герметичність ТУ і трубопроводу для встановлення на них приладу автоматизації. Це дозволяє проводити гідравлічні і пневматичні випробування ТУ і трубопроводів до установки приладів автоматизації та початку монтажно-налагоджувальних робіт систем автоматизації і АСК ТП.

Відбірний пристрій – пристрій, що встановлюється на ТУ або трубопроводі і призначений для підведення вимірюваного середовища до вимірювальних приладів чи вимірювальних перетворювачів (датчиків).

Відповідно до ГОСТ 21.408-93 усі первинні (польові)прилади поділяються на прилади, що конструктивно пов'язані з технологічним обладнанням (трубопроводами) і не пов'язані з ним. У свою чергу прилади, що конструктивно пов'язані з технологічним обладнанням поділяються на такі, що вбудовуються в обладнання (трубопроводи) і такі, що встановлюються на ТУ за допомогою закладних та відбірних пристроїв.

Прилади, що вбудовуються в технологічне обладнання показують у розриві ліній зображення технологічних комунікацій у вигляді кола діаметром 10 мм (як звичайний місцевий прилад) (рис. 22,а). Прилади, що встановлюються з допомогою закладних або відбірних пристроїв показують у вигляді зв'язки кола діаметром 2 мм, що розміщується у розриві технологі-

чної комунікації або біля неї (рис. 22,б,в) або у корпусі технологічного обладнання (рис.22,г), та кола діаметром 10 мм.

Прилади, що конструктивно не пов'язані з обладнанням (трубопроводами) зображують так, як показано на рис. 22,д.

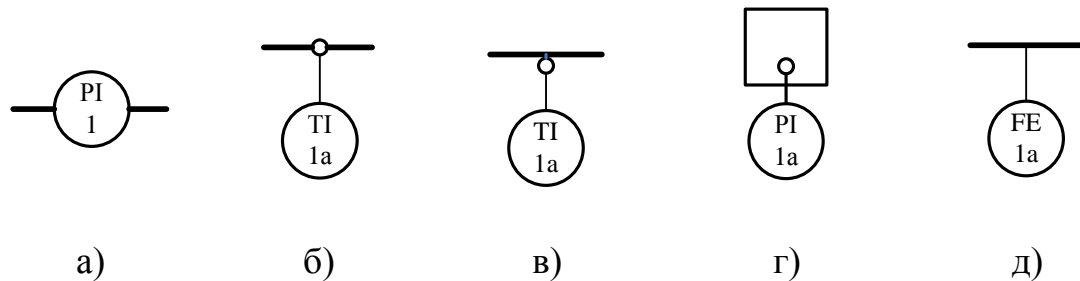


Рис. 22. Підключення приладів до обладнання ТУ

На рис. 23 показані деякі варіанти контурів контролю та регулювання відповідно до розглянутих способів підключення приладів.

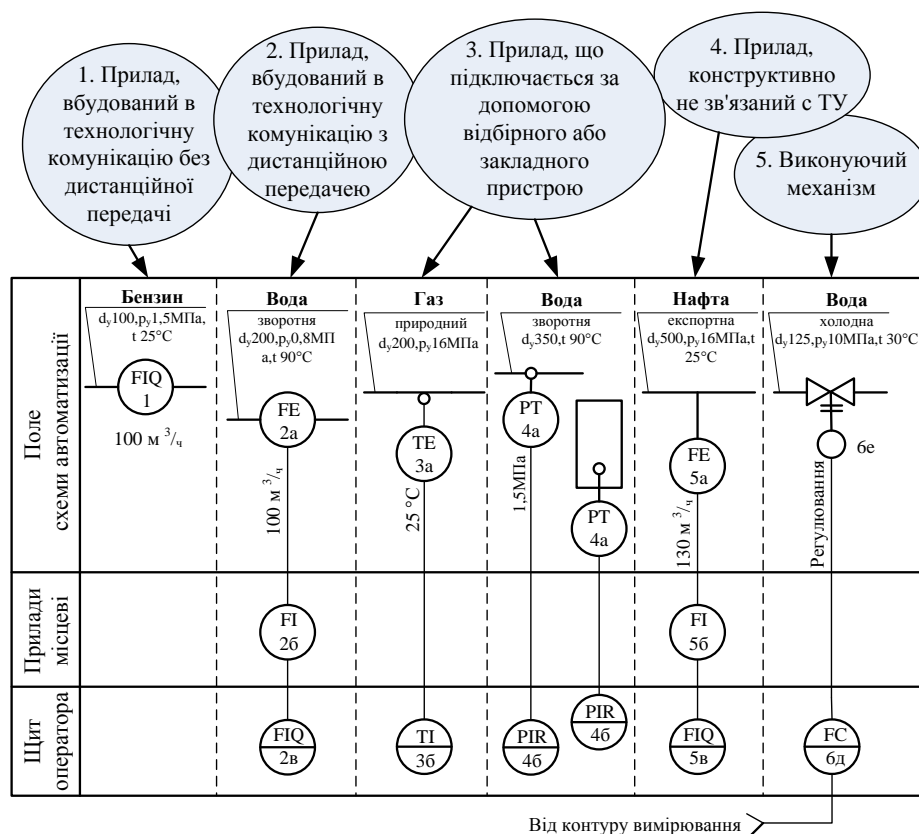


Рис. 23. Позначення контурів контролю з урахуванням розміщення закладних та відбірних пристроїв

### 3.4. Спрощений спосіб виконання схеми

Контури контролю, регулювання, сигналізації і інші системи автоматизації виконують із застосуванням графічних і літерних позначень по ГОСТ 21.404-85 при дотриманні наступних рекомендацій:

- 1) Контур (незалежно від кількості елементів, що входять в нього) зображується у вигляді одного графічного умовного позначення – кола (овалу), розділеного по діаметру горизонтальною рисою. У верхню частину кола вписується літерне позначення, що визначає контрольований (регульований) параметр і усі функції, що виконуються цим контуром. У нижню частину вписується цифрові позначення (номер) контуру. Для контурів АСР, крім того, на схемі показують виконавчий пристрій і лінію зв'язку, що сполучає коло і виконавчий пристрій.
- 2) Графічні умовні позначення контурів наносять безпосередньо поряд із зображенням ТУ і трубопроводів.
- 3) Граничні робочі значення вимірюваних (регульованих) величин вказують поряд з графічними позначеннями контурів або в додатковій графі таблиці контурів.

Таблиця залежно від об'єму автоматизації може розташовуватися на вільному полі ФСА (додаток А) або на наступних листах формату А4. Таблиці з вказівкою елементів контурів і позначеннями проектних документів, в яких розкритий їх склад, приводяться в проектній документації по автоматизації ТП.

Поодинокі прилади до таблиці не вносяться. Контури, що мають однаковий склад, який може бути показаний на одному документі, виносяться в таблицю один раз. При цьому в графі «номер контуру» перераховують позначення цих контурів.

Схема автоматизації (рис. 24) у цьому випадку повинна містити:

- зображення ТУ і трубопроводів;
- зображення поодиноких приладів, контурів контролю, регулювання, сигналізації;
- таблицю контурів, що містить номер контуру і позначення проектного документу у якому приведений склад технічних засобів кожного контуру (табл. 11).

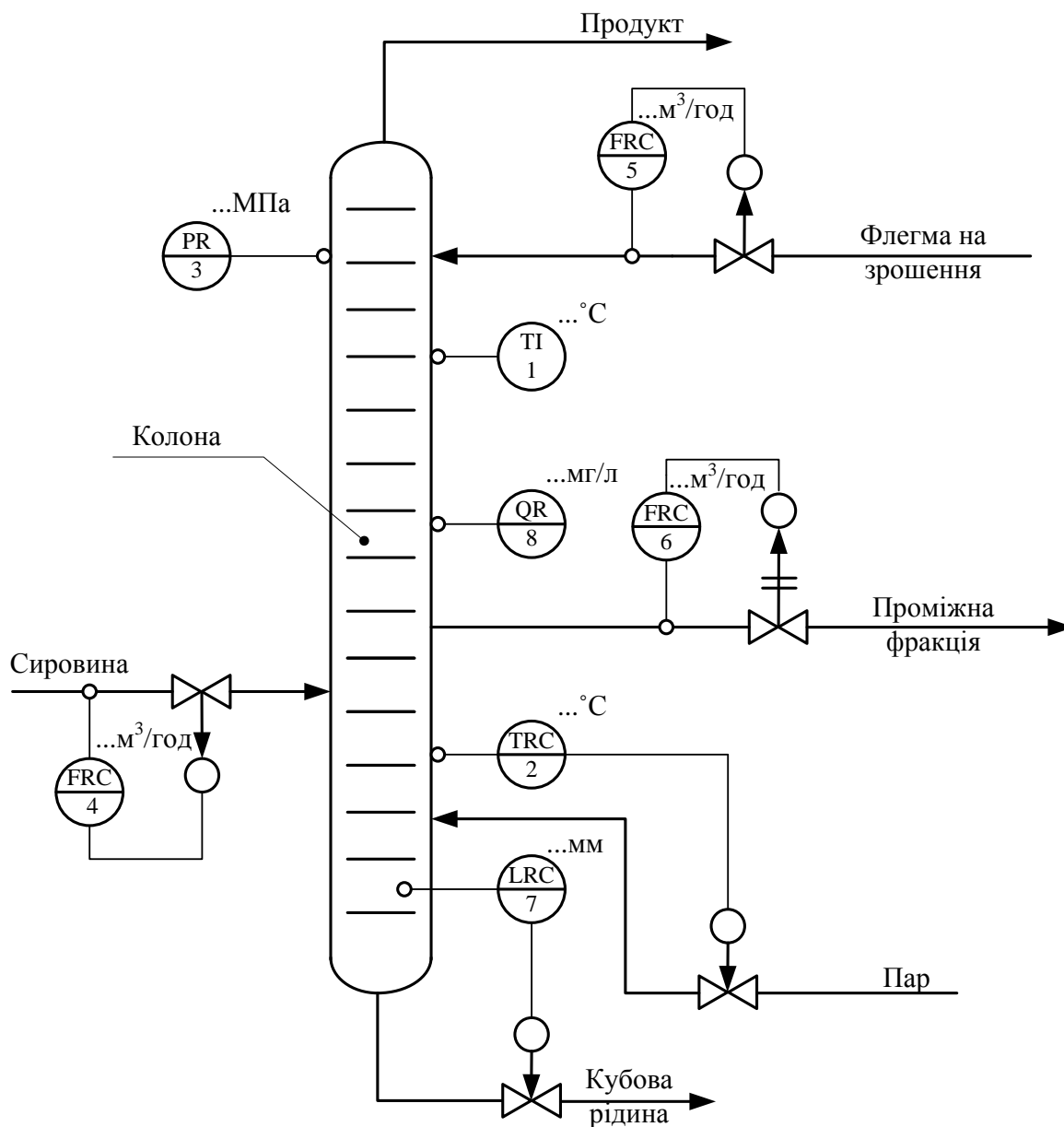


Рис. 24. Спрощений спосіб виконання ФСА

Таблиця 11. Контури регулювання ФСА

Номер контура	2	3	4	5	6	7	8
Номер листа	1	2	3	3	3	4	5
Значение параметра	... °С	...МПа	...м <sup>3</sup> /ч	...м <sup>3</sup> /ч	...м <sup>3</sup> /ч	...мм	...мг/л

Біля графічного зображення контуру (праворуч від зображення) указують граничні робочі значення вимірюваних (регульованих) величин. Можливо, зазначені значення поміщати в рядку «значення параметра» таблиці контурів автоматизації.

Зображення вимірювального контуру в схемі автоматичного регулювання або керування з'єднують лінією із зображенням виконавчого механізму, а останній з'єднують із зображенням регулюючого або запірного органа на технологічній комунікації.

При використанні сучасних розподілених ЗА біля умовного позначення можна наносити додаткову інформацію про вхідні та вихідні сигнали (аналогові, дискретні) як показано на рис. 25,а, або відображати як на рис. 25,б.

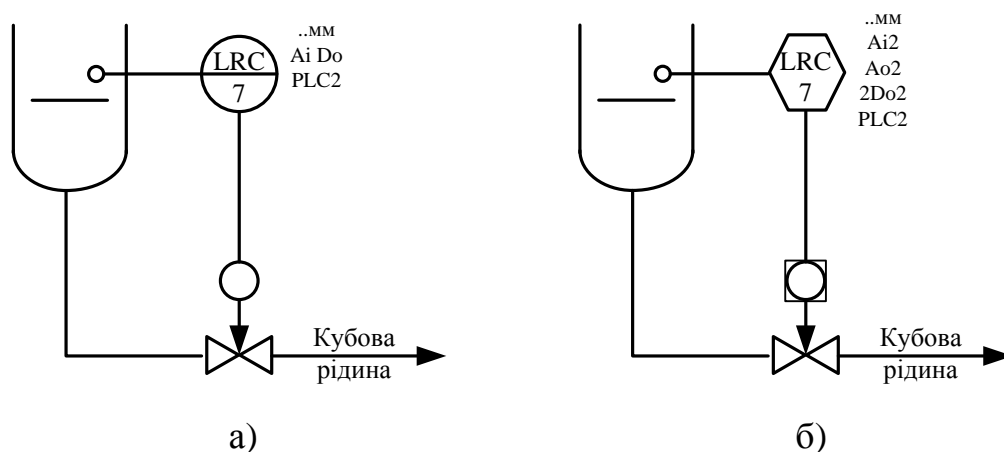


Рис. 25. Відображення додаткової інформації при спрощеному виконанні ФСА, де а) із використанням звичайних ЗА, б) інтелектуальних ЗА та ОТ



Склад (технічна структура) контурів контролю і регулювання, що складаються з двох або більше елементів, повинен бути відображений в структурних схемах (рис. 26) КТЗ або в іншій проектній документації(що указана у відповідній таблиці (див. табл. 11). На рис. 26 показано відображення приладного КТЗ для контуру 7, зображеного на рис. 25,а,б.

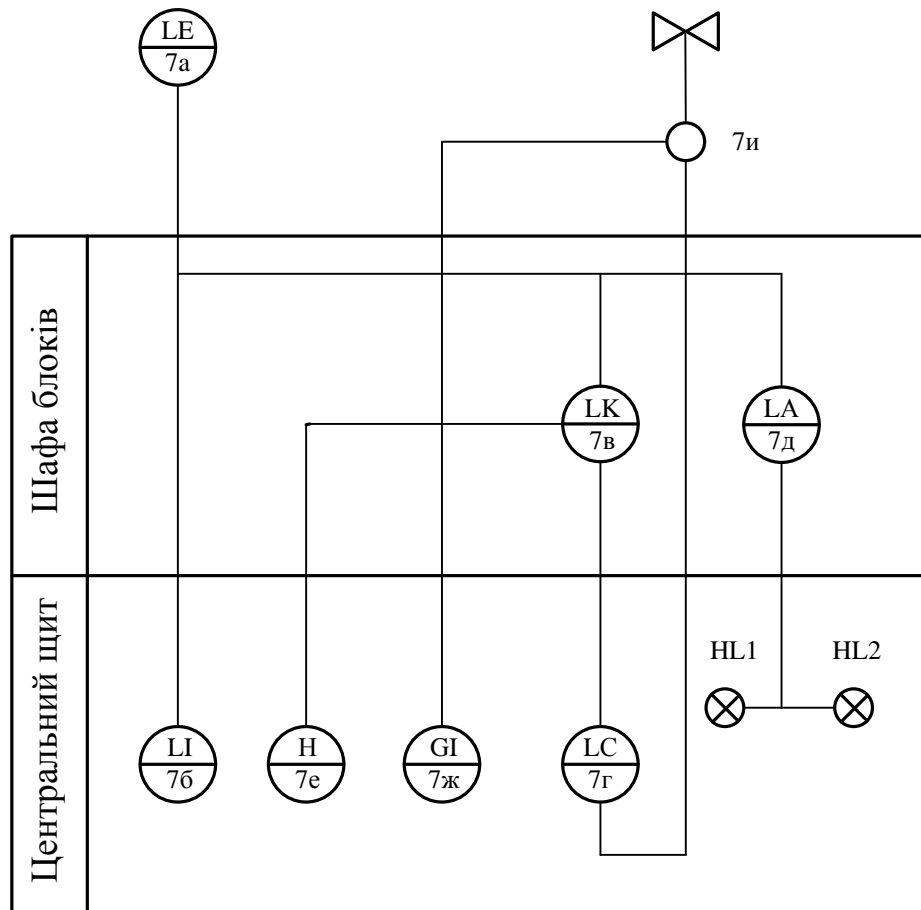


Рис. 26. Приклад виконання структурної схеми КТЗ, де 7а – датчик рівня, 7б – показуючий прилад, 7в – регулятор рівня, 7е – ручний задатчик рівня, 7д – сигналізатор рівня, 7к – ключ ручного регулювання, 7г – станція вибору режиму «ручний-автоматичний», 7ж – показчик положення регулюючого органу.

В залежності від стадії проектування, міри уніфікації і типізації проектних рішень і вживаної апаратури склад контуру може бути розкритий на одному з документів:

- на структурних схемах контуру КТЗ;
- на принципових (електричних, пневматичних) схемах контролю, регулювання, сигналізації та ін.;
- на схемах з'єднань зовнішніх проводок.

Зображення ТУ і трубопроводів на схемах, що розробляються спрощеним способом і включаються до складу документації по автоматизації, також, як і при виконанні схем розгорнутим способом.

### 3.5. Розгорнутий спосіб виконання схеми

На схемі повинно бути зображено ТУ, ЗА в розгорнутому вигляді, а також зв'язки між ними, так, щоб була відбита роль цих пристроїв в реалізації завдань контролю, регулювання, сигналізації, дистанційного і місцевого керування ТП і ТУ. Схема повинна відображати об'єм автоматизації і склад КТЗ кожного контуру.

На ФСА показують:

- ТУ або спрощене зображення апаратів, що підлягають автоматизації (у верхній частині схеми);
- прямокутники, що відображають встановлення ЗА по місцю, на щитах, пультах і т.п. (у нижній частині схеми);
- комплексні ЗА контролери - агрегатні комплекси, ЕОМ і т.д. На схемі зображується також наявність функцій ручного введення даних в ЕОМ;
- лінії зв'язку між окремими елементами комплексів ЗА, лінії зв'язку датчиків, перетворювачів, виконавчих механізмів з регулюючими пристроями, обчислювальними машинами і т.п.;

- таблицю умовних позначень, не передбачених діючими стандартами;
- необхідні пояснення до схеми.

Складні технологічні системи рекомендується ділити на окремі технологічні вузли і виконувати ФСА цих вузлів окремими креслениками або на різних листах однієї схеми. При цьому на взаємопов'язаних ФСА дають посилання на ці схеми або листи. Наприклад: «Схема автоматизації компресора див. XXX.XXX-АТХ-XXX» або «Схему автоматизації реактора 4 див л. 2».

Для однотипних технологічних об'єктів (цехів, відділень, установок, агрегатів, апаратів і т.п.), що не пов'язані між собою і мають однакове оснащення ЗА і однакові окремі щити, ФСА виконують для одного з об'єктів. На схемі дають пояснення. Наприклад: «Схема складена для агрегату 1; для агрегатів 2-5 схеми аналогічні».

Текст пояснення розташовують зазвичай безпосередньо на схемі з правого боку над таблицею умовних позначень або над основним написом.

На ФСА визначаються рівні і функції системи керування об'єктом, що автоматизується. Ця інформація дається у вигляді таблиці, яка розміщується у нижній частині кресленика під схемою об'єкту автоматизації. Кожен рядок таблиці прив'язаний до певного місця розташування засобів керування і до рівня системи керування:

- засоби на устаткуванні (прилади по місцю, польовий рівень);
- засоби на щитах керування;
- програмовані контролери;
- автоматизоване робоче місце (АРМ) оператора-технолога і ін.

У рядку таблиці за допомогою графічних символів і літерних позначень описується кожна функція системи керування, що виконується на певному рівні керування. Входом функції керування є вимірювальна інформація від засобів виміру, а виходом — сигнал керування на виконавчий

механізм. Окремі функції можуть не вимагати вхідної інформації або не створювати сигнали керування (наприклад, функція реєстрації вимірюваної величини не передбачає сигнал керування).

Функція може виконуватися окремим пристроєм автоматизації. В такому разі вона прив'язана до цього пристрою (наприклад, сигнальне табло, що забезпечує функцію сигналізації). В більшості випадків для керування застосовується програмований контролер або комп'ютер, які є багатфункціональними пристроями і дозволяють реалізувати сотні і тисячі функцій керування. Для багатфункціональних засобів кожна функція зображається окремо.

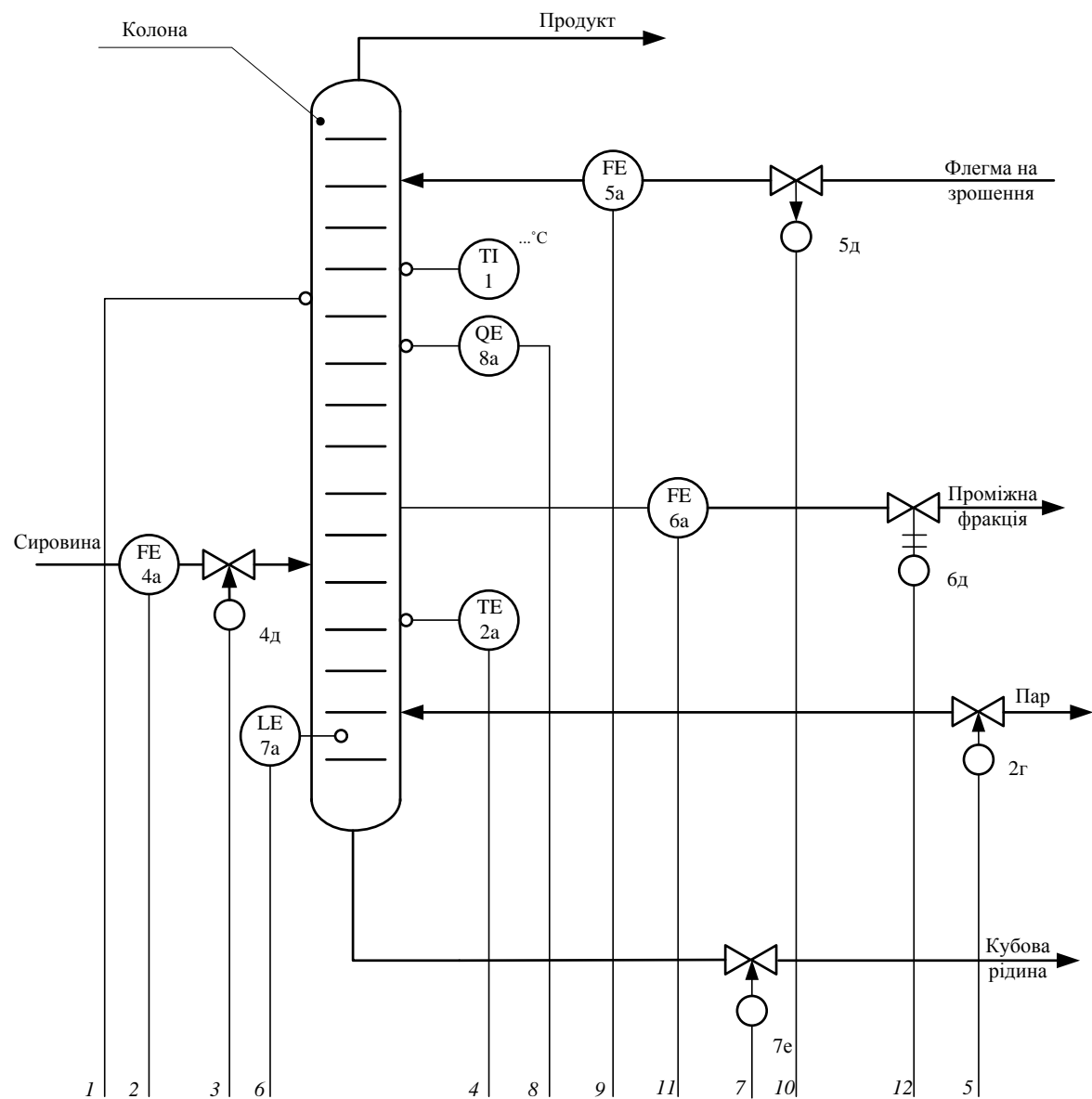
Приклад виконання ФСА розгорнутим способом на основі приладного КТЗ показано на рис. 27, на рис. 28 – із використанням інтелектуальних пристроїв, на рис. 29 – на основі мікропроцесорних програмованих логічних контролерів, у згорнутому зображенні.

Верхній прямокутник із заголовком «Прилади місцеві» призначений для показу в ньому позащитових приладів, конструктивно не пов'язаних з ТУ.

Нижче розташовуються прямокутники, у яких показані щити, пульти, КТЗ. Кожний прямокутник має в лівій частині відповідний заголовок. Заголовки повинні відповідати записам у специфікації ТУ або найменуванням щитових виробів по креслениках загальних видів щитів, пультів.

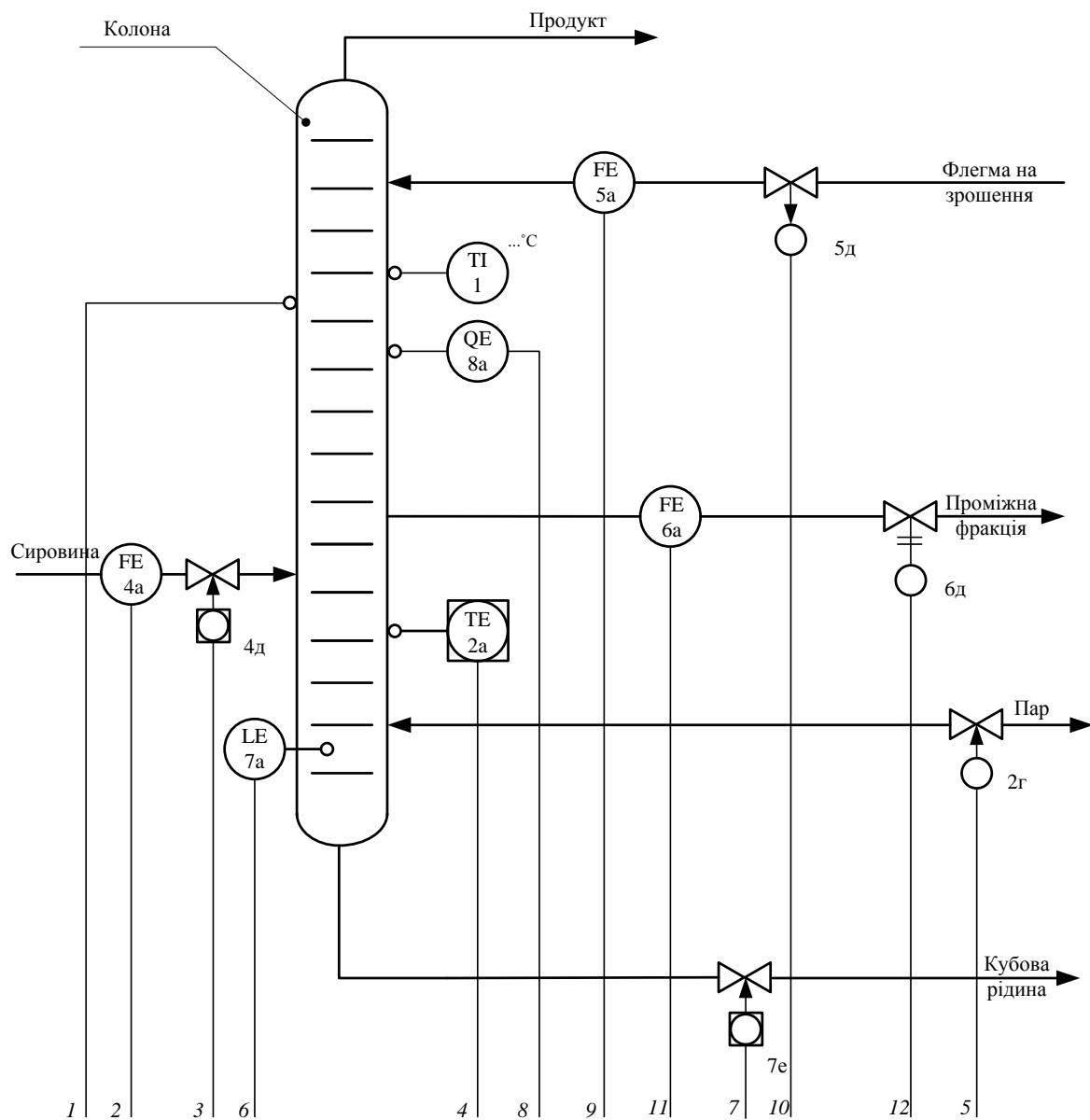
На ФСА літерно-цифрові позначення ЗА вказують у нижній частині графічного позначення або із правої сторони від нього, позначення електроапаратів – праворуч від їх умовного графічного позначення.

При цьому позначення технічним ЗА привласнюють по специфікації ТУ і складаються вони із цифрового позначення відповідного контуру і літерного позначення (прописними буквами російського алфавіту) кожного елемента, що входить у контур (залежно від послідовності проходження сигналу).



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	...МПа	М³/год	Регул.	...°C	Регул.	...мм	Регул.	мг/л	М³/год	Регул.	М³/год	Регул.
Прилади місцеві	PT 3a	FT 4б						QI 8б	FT 5б		FT 6б	
Щит керування	PR 3б	FAR 4в	FC 4г	TR 2б	TC 2в	LAR 7б	LC 7в	QR 8в	FAR 5в	FC 5г	FAR 6в	FC 6г

Рис. 27. ФСА на основі приладного КТЗ



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Прилади місцеві	PT 3a	FT 4б			NS 2г	LT 7a	LY 7г	QI 8б	FT 5б	F 5д	FT 6б	F 6д
Щит керування	PR 3б	FAR 4в	FC 4г	TRY 2б	TC 2в	LAR 7б	LC 7в	QR 8в	FAR 5в	FC 5г	FAR 6в	FC 6г

Рис. 28. ФСА на основі інтелектуальних технічних ЗА

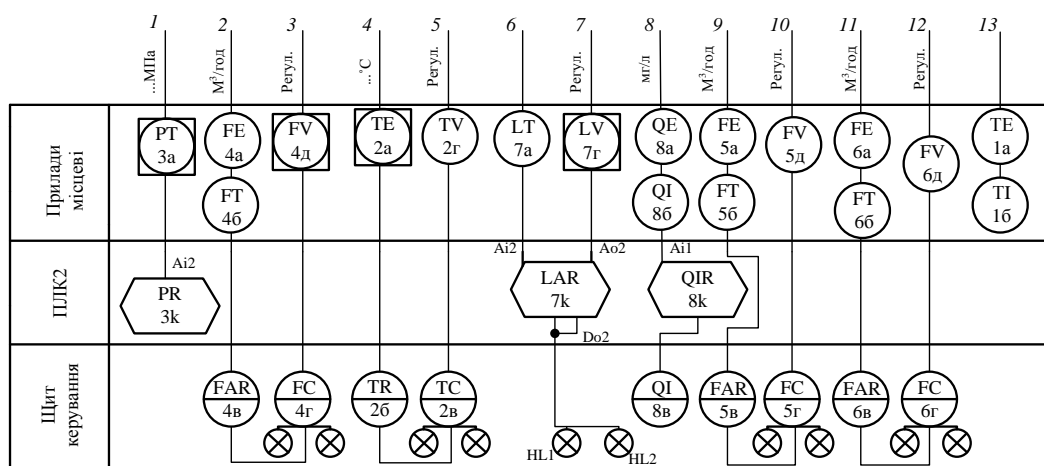
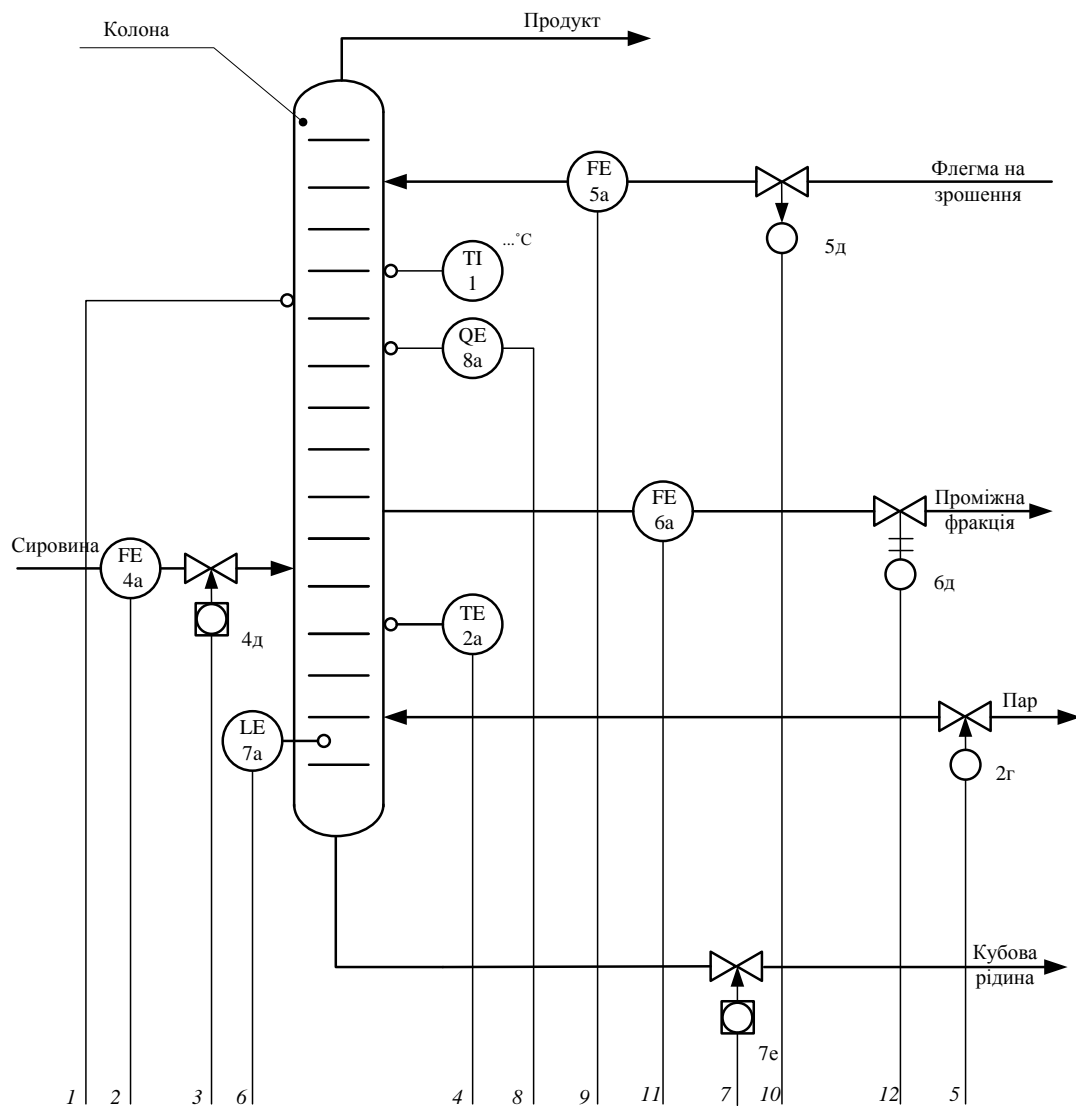


Рис. 29. ФСА на основі КТЗ, що включає інтелектуальні польові засоби, вторинні показуючі та регулюючі прилади, програмований логічний контролер

При великій кількості приладів допускається застосовувати позначення, у яких перший знак відповідає умовній позначці вимірюваної величини, наступні знаки – порядковому номеру контуру в межах вимірюваної величини.

Електроапарати, що входять у систему автоматизації (дзвінки, сирени, сигнальні лампи, табло, електродвигуни й ін.), показують на схемі графічними умовними позначками за ГОСТ 2.772-68, ГОСТ 2.732-68, ГОСТ 2.741-68 з буквено-цифровим позначенням за ГОСТ 2.710-81.

Лінії зв'язку при великій довжині і/або при складному їхньому розташуванні допускається зображувати з розривом. Місця розривів ліній зв'язку нумерують арабськими цифрами в порядку їхнього розташування зліва направо в прямокутнику із заголовком «Прилади місцеві».

Допускається перетинання ліній зв'язку із зображеннями ТУ.

Перетинання ліній зв'язку з позначеннями приладів не допускається.

На лініях зв'язку вказують граничні (максимальні або мінімальні) робочі значення вимірюваних (регульованих) величин за ГОСТ 8.417-2002 або в одиницях шкали вимірюючого приладу. Для позначення розрідження (вакууму) ставлять «мінус». Для приладів, що вбудовуються безпосередньо в ТУ й не мають лінії зв'язку з іншими приладами, граничні значення величин указують поруч із позначенням приладів.

### 3.6. Виконання схеми на основі контролерів розгорнутим способом

При великій кількості вхідних сигналів більш ефективно представлення функцій контролера чи АРМ оператора на базі ЕОМ у розгорнутому вигляді. Всі функції, що виконуються контролером або керуючою ЕОМ (промисловим комп'ютером) можна розділити на групи:

- обробки інформації: інтегрування – I, перетворення – Q, обчислення – Y, узагальнення – U;



- представлення інформації: показ – I, реєстрація – R, сигналізація – A;
- керування: регулювання – С, включення, відключення – S, ручна дія – Н, керування, видача керуючих впливів на регулятор – В;
- передачі інформації – Т.

В загальному випадку контролер (керуюча ЕОМ) зображується у вигляді таблиці (рис. 30) у боковику якої визначається як використовується засіб – окремо контролер чи у складі АРМ оператора. У рядках – позначення його функцій. Можливе позначення функцій тільки умовне. Для конкретного використання засобу відмічаються тільки ті функції, які він може реалізувати з допомогою чорної точки, що ставиться на лінії зв'язку у відповідному рядку таблиці (рис. 30).

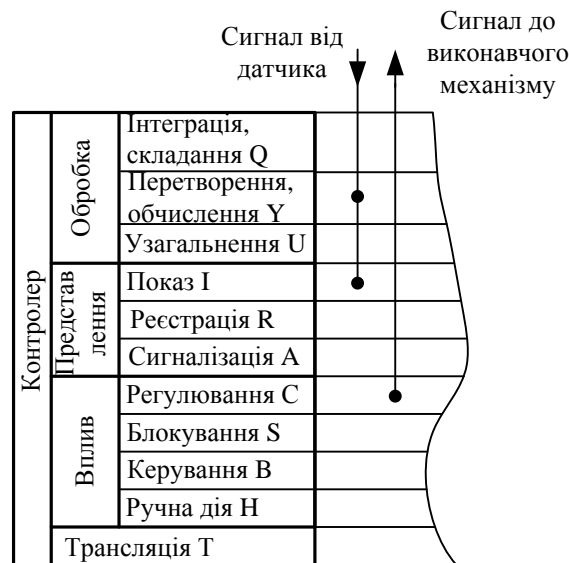


Рис. 30. Розгорнуте функціональне зображення контролера чи керуючого комп'ютера

В залежності від апаратного складу та місця його знаходження функціональна схема може мати різний вигляд. Так на рис. 31 наведена реалізація ФСА об'єкта, що представлений на рис. 27, 28, 29 на базі регулюючого контролера та автоматизованого робочого місця оператора (АРМО) на базі ПЕОМ. Сигналізація критичного стану основних параметрів забезпе-

чується тільки на АРМ. Є можливість завдання режимів роботи контролера як безпосередньо з контролера (Н), так і з АРМ (лінія В-В).

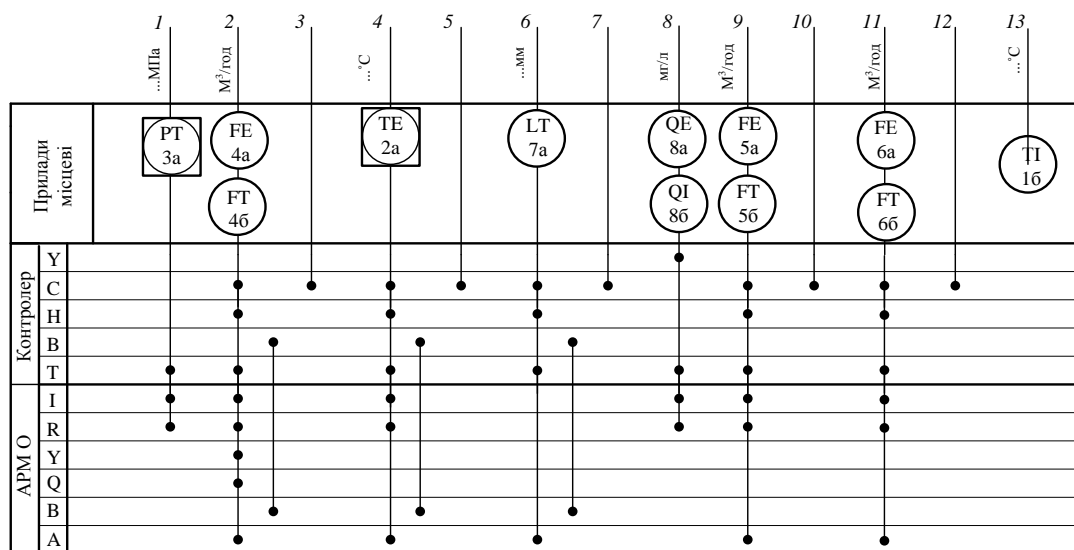


Рис. 31. Управляюча частина ФСА з контролером та АРМ оператора

Таж схема (рис. 31) але контролер та сигнальні лампи знаходяться на окремому щиті, можливо в іншому приміщенні від АРМО.

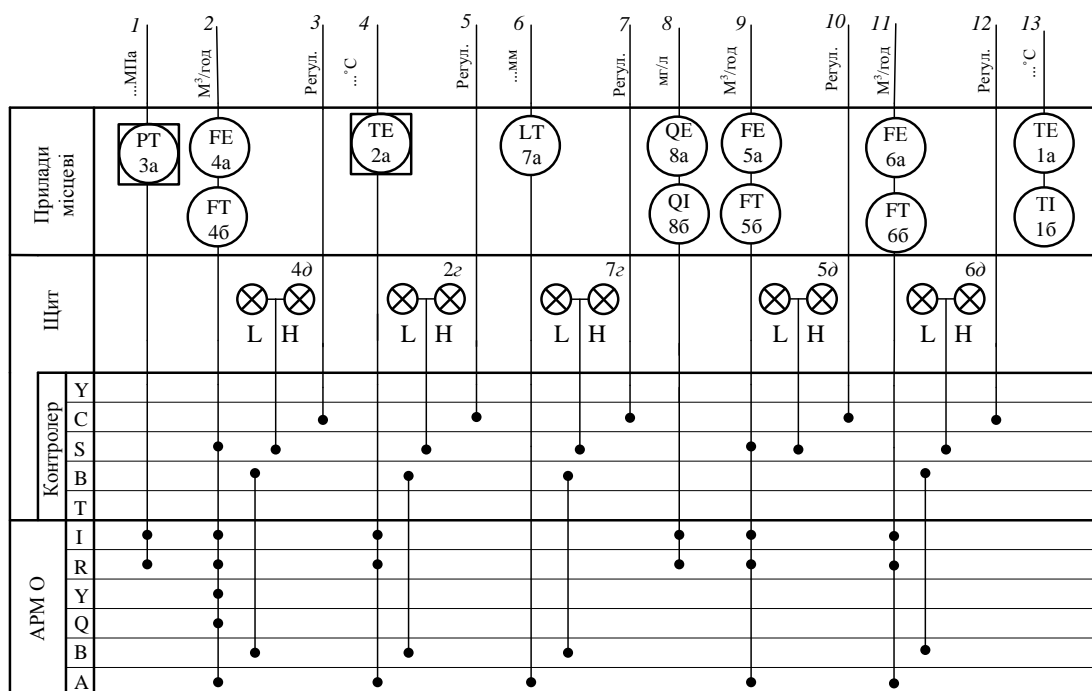


Рис. 32. Варіант управляюча частина ФСА з контролером та АРМ оператора та виносом сигнальних ламп на щит

Якщо у якості керуючого засобу використовується контролер з вбудованим табло (дисплеєм) (див. рис. 15), що дозволяє на ньому створити АРМ О, то схема буде мати вигляд

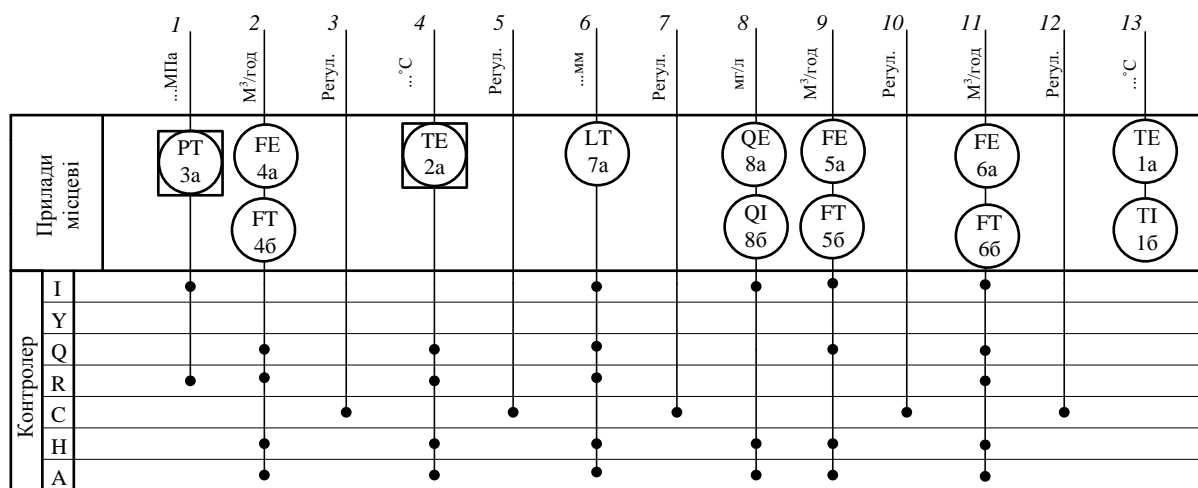


Рис. 33. Управляюча частина ФСА на базі контролера з дисплеєм

### 3.7. Вимоги до розміру ліній, тексту та цифр

Товщину ліній на ФСА вибирають на підставі вимог ГОСТ 2.303 і ГОСТ 21.404. Зокрема, рекомендується використовувати лінії наступної товщини:

- контурні (агрегатів, установок, апаратів) – 0,2-0,5 мм;
- комунікацій – 0,5-1,5 мм;
- позначення приладів і ЗА – 0,5-0,6 мм;
- ліній зв'язку – 0,2-0,3 мм;
- прямокутників, що зображають щити, пульти, агрегатовані комплекси і тому подібне – 0,5-1 мм;
- винесень – 0,2-0,3 мм.

При однаковій товщині ліній різного призначення їх рекомендується викреслювати (для виділення) по товщині в протилежних (більшому і меншому) межах.

Відстань між паралельними лініями зв'язку має бути не менше 3 мм.

Розміри цифр і букв для позицій, позиційних позначень до написів вибирають на підставі ГОСТ 2.304. Рекомендується застосовувати такі розміри шрифту:

- для позицій: цифри – 3,5 мм; літери (рядкові) – 2,5 мм;
- для позиційних позначень – букви і цифри – 3,5 мм;
- для пояснювального тексту і написів – 3,5-5 мм.

Пояснення і текстові написи на схемі виконуються згідно з вимогами ГОСТ 2.316 і ГОСТ 21.101.

У написах і текстах не допускаються скорочення слів за винятком загальноприйнятих, а також встановлених ДСТУ 3582-97 і додатком до ГОСТ 2.316.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ГОСТ 14202-69. Трубопроводы промышленных предприятий. Опознавательная окраска, предупреждающие знаки.
2. ГОСТ 21.404-85. Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах.
3. ДСТУ 2226-93. Автоматизовані системи. Терміни та визначення.
4. ДСТУ 2681-94. Метрологія. Терміни та визначення. - К.: Держстандарт України, 1994. -68 с.
5. ДСТУ 3321:2003. Система конструкторської документації. Терміни та визначення основних понять.
6. ДСТУ Б А.2.4-3-95 (ГОСТ 21.408-93). СПДБ. Правила виконання робочої документації автоматизації технологічних процесів.
7. Макаренко В.Г. Схемы автоматизации: Учеб.-метод, пособие к курсовому и дипломному проектированию/Юж.-Рос.гос.техн.ун-т. Новочеркасск: ЮРГТУ, 1999.47с.
8. Нестеров А.Л. Проектирование АСУ ТП: Методическое пособие. Книга 2. – СПб.: Издательство ДЕАН, 2009. – 944 с.
9. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справочное пособие / А.С. Ключев, Б.В. Глазов, А.Х. Дубровский, А.А. Ключев; Под.ред. А.С. Ключева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.: ил.
10. РМ4-2-96. Системы автоматизации. Схемы автоматизации. Указания по выполнению. Пособие к ГОСТ 21.408-93. ГПКИ «ПРОЕКТМОНТАЖАВТОМАТИКА» 1996.
11. Техника чтения схем автоматического управления и технологического контроля/А.С. Ключев, Б.В. Глазов, М.Б. Миндин, С.А. Ключев; Под ред. А.С.Ключева. -М.: Энергоатомиздат, 1991.-432с.

12. Федоров Ю.Н. Справочник инженера по АСУТП: Проектирование и разработка. Учебно-практическое пособие. – М.: Инфра-инженерия, 2008. – 928 стр., 12 ил.

## ДОДАТОК А

### Умовні позначення технологічних речовин

Таблиця А1

Цифрові по- значення	Речовина, що транспортується Найменування
1	Вода
1.1	питна
1.2	технічна
1.3	гаряча (водопостачання)
1.4	гаряча (опалення)
1.5	живильна
1.6	резерв
1.7	резерв
1.8	конденсат
1.9	інші види води
1.0	відпрацьована, стічна
2	Пара
2.1	низького тиску (до 2 кгс/див <sup>2</sup> )
2.2	Насичена
2.3	перегріта
2.4	опалення
2.5	волога (сокова)
2.6	добірна
2.7	резерв
2.8	вакуумна
2.9	інші види пари
2.0	відпрацьована

Продовження таблиці А1

Цифрові по- значення	Речовина, що транспортується Найменування
3	Повітря
3.1	атмосферне
3.2	кондиційоване
3.3	циркуляційне
3.4	гаряче
3.5	стисле
3.6	пневмотранспорту
3.7	кисень
3.8	вакуум
3.9	інші види повітря
3.0	відпрацьоване
4	Гази горючі
4.1	світильний
4.2	генераторний
4.3	ацетилен
4.4	аміак
4.5	водень і гази що його містять
4.6	вуглеводні і їхні похідні
4.7	окис вуглецю й гази її утримуючі
4.8	резерв
4.9	інші види горючих газів
4.0	відпрацьовані горючі гази
5	Гази негорючі
5.1	азот і гази, що його містять
5.2	резерв



Продовження таблиці А1

Цифрові по- значення	Речовина, що транспортується Найменування
5.3	хлор і газ, що його містять
5.4	вуглекислий газ і газ, що його містять
5.5	інертні газ
5.6	сірчистий газ і газ, що його містять
5.7	резерв
5.8	резерв
5.9	інші види негорючих газів
5.0	відпрацьовані негорючі газ
6	Кислоти
6.1	сірчана
6.2	соляна
6.3	азотна
6.4	резерв
6.5	неорганічні кислоти і їхні розчини
6.6	органічні кислоти і їхні розчини
6.7	розчини кислих солей
6.8	резерв
6.9	інші рідини кислотної реакції
6.0	відпрацьовані кислоти й кислі стоки (при pH<6,5)
7	Луги
7.1	натрієві
7.2	калійні
7.3	вапняні
7.4	вапняна вода
7.5	неорганічні луги і їхні розчини

Продовження таблиці А1

Цифрові по- значення	Речовина, що транспортується Найменування
7.6	органічні луги і їхні розчини
7.7	резерв
7.8	резерв
7.9	інші рідини лужної реакції
7.0	відпрацьовані луги й лужні стоки (pH>8,5)
8	Рідини горючі
8.1	рідини категорії А( $t_{в.п}<28\text{ }^{\circ}\text{C}$ )
8.2	рідини категорії Б( $t_{в.п}>28\text{ }^{\circ}\text{C}<120\text{ }^{\circ}\text{C}$ )
8.3	рідини категорії В( $t_{в.п}>120\text{ }^{\circ}\text{C}$ )
8.4	мастила
8.5	інші органічні горючі рідини
8.6	вибухонебезпечні рідини
8.7	резерв
8.8	резерв
8.9	інші горючі рідини
8.0	горючі стоки
9	Рідини негорючі
9.1	рідкі харчосмакові продукти
9.2	водяні розчини (нейтральні)
9.3	інші розчини (нейтральні)
9.4	водні суспензії
9.5	інші суспензії
9.6	емульсії
9.7	резерв
9.8	резерв

Продовження таблиці А1









Цифрові позначення	Речовина, що транспортується Найменування
9.9	інші негорючі рідини
9.0	негорючі стоки (нейтральні)
0	Інші речовини
0.1	порошкоподібні матеріали
0.2	сипучі матеріали зернисті
0.3	суміші твердих матеріалів з повітрям
0.4	гелі
0.5	пульпи водяники
0.6	пульпи інших рідин
0.7	резерв
0.8	резерв
0.9	резерв
0.0	відпрацьовані тверді матеріали

Примітка. Якщо буде потреба, кожна з підгруп може бути розподілена на десять більше дрібних підрозділів, позначуваних третім знаком цифрового позначення (наприклад, в укрупненій групі 4 «Гази горючі» у складі підгрупи 6 «Вуглеводні і їхні похідні» етилен може бути виділений третім знаком – 4.61).

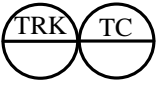









## ДОДАТОК Б

### Приклади побудови умовних позначень приладів



Таблиця Б1

N п/п	Позначення	Найменування
1		Первинний вимірювальний перетворювач (чутливий елемент) для вимірювання температури встановлений по місцю. Наприклад: перетворювач термоелектричний (термопара), термоперетворювач опору, термобалон манометричного термометра, датчик пірометра і т.п.
2		Прилад для вимірювання температури показуючий, встановлений по місцю. Наприклад: термометр ртутний, термометр манометричний і т. п.
3		Прилад для вимірювання температури показуючий, встановлений на щиті. Наприклад: мілівольтметр, логометр, потенціометр, міст автоматичний і тому подібне
4		Прилад для вимірювання температури безшкальний з дистанційною передачею показів, встановлений по місцю. Наприклад: термометр манометричний (або будь-який інший датчик температури) безшкальний з пневмо- або електропередачею
5		Прилад для вимірювання температури одноточковий, реєструючий, встановлений на щиті. Наприклад: самописний мілівольтметр, логометр, потенціометр, міст автоматичний і тому подібне
6		Прилад для вимірювання температури з автоматичним оббігаючим пристроєм, реєструючий, встановлений на щиті. Наприклад: багатоточковий самописний потенціометр, міст автоматичний і т. п.
7		Прилад для вимірювання температури, реєструючий та регулюючий, встановлений на щиті. Наприклад: будь-який самописний регулятор температури (термометр манометричний, мілівольтметр, логометр, потенціометр, міст автоматичний і тому подібне)
8		Регулятор температури безшкальний, встановлений по місцю. Наприклад: дилатометричний регулятор температури


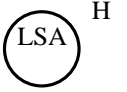

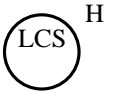
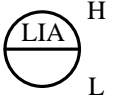

Продовження таблиці Б1

N п/п	Позначення	Найменування
9		Комплект для вимірювання температури реєструючий регулюючий, з станцією керування, встановлений на щиті. Наприклад: вторинний прилад і регулюючий блок системи «СТАРТ»
10		Прилад для вимірювання температури безшкальний з контактним пристроєм, встановлений по місцю. Наприклад: реле температурне
11		Байпасна панель дистанційного керування, встановлена на щиті
12		Перемикач електричних ланцюгів вимірювання (керування), перемикач для газових (повітряних) ліній, встановлений на щиті
13		Прилад для вимірювання тиску (розрідження) показуючий, встановлений по місцю. Наприклад: будь-який показуючий манометр, дифманометр, тягомір, напіромер, вакуумметр і тому подібне
14		Прилад для вимірювання перепаду тиску, показуючий, встановлений по місцю. Наприклад: дифманометр показуючий
15		Прилад для вимірювання тиску (розрідження) безшкальний з дистанційною передачею показів, встановлений по місцю. Наприклад: манометр (дифманометр) безшкальний з пневмо- або електропередачею
16		Прилад для вимірювання тиску (розрідження) реєструючий, встановлений на щиті. Наприклад: самописний манометр або будь-який вторинний прилад для реєстрації тиску
17		Прилад для вимірювання тиску з контактним пристроєм, встановлений по місцю. Наприклад: реле тиску
18		Прилад для вимірювання тиску (розрідження) показуючий, з контактним пристроєм, встановлений по місцю. Наприклад: манометр електроконтактний, вакуумметр і т.п.

Продовження таблиці Б1

N п/п	Позначення	Найменування
19		Регулятор тиску, що працює без використання стороннього джерела енергії (регулятор тиску прямої дії) «до себе»
20		Первинний вимірювальний перетворювач (чутливий елемент) для вимірювання витрати, встановлений по місцю. Наприклад: діафрагма, сопло, труба Вентурі, датчик індукційного витратоміру і тому подібне
21		Прилад для вимірювання витрати безшкальний з дистанційною передачею показів, встановлений по місцю. Наприклад: діфманометр (ротаметр), безшкальний з пневмо- або електропередачею
22		Прилад для вимірювання співвідношення витрат реєструючий, встановлений на щиті. Наприклад: будь-який вторинний прилад для реєстрації співвідношення витрат
23		Прилад для вимірювання витрат показуючий, встановлений по місцю. Наприклад: діфманометр (ротаметр) показуючий
24		Прилад для вимірювання витрат інтегруючий, встановлений по місцю. Наприклад: будь-який безшкальний лічильник-витратомір з інтегратором
25		Прилад для вимірювання витрати показуючий, інтегруючий, встановлений по місцю. Наприклад: показуючий діфманометр з інтегратором
26		Прилад для вимірювання витрати інтегруючий, з пристроєм для видачі сигналу після проходження заданної кількості речовини, встановлений по місцю. Наприклад: лічильник-дозатор
27		Первинний вимірювальний перетворювач (чутливий елемент) для вимірювання рівня, встановлений по місцю. Наприклад: датчик електричного або ємкісного рівнеміра

Продовження таблиці Б1

N п/п	Позначення	Найменування
28		Прилад для вимірювання рівня, показуючий, встановлений по місцю. Наприклад: манометр (діфманометр), що використовується для вимірювання рівня
29		Прилад для вимірювання рівня з контактним пристроєм, встановлений по місцю. Наприклад: реле рівня, що використовується для блокування і сигналізації верхнього рівня
30		Прилад для вимірювання рівня безшкальний, з дистанційною передачею показів, встановлений по місцю. Наприклад: рівнемір безшкальний з пневмо- або електропередачею
31		Прилад для вимірювання рівня безшкальний, регулюючий, з контактним пристроєм, встановлений по місцю. Наприклад: електричний регулятор-сигналізатор рівня. Літера Н в даному випадку означає блокування по верхньому рівню
32		Прилад для вимірювання рівня, показуючий, з контактним пристроєм, встановлений на щиті. Наприклад: вторинний показуючий прилад із сигнальним пристроєм. Літери Н і L означають сигналізацію верхнього і нижнього рівнів сигналу
33		Прилад для вимірювання щільності розчину безшкальний, з дистанційною передачею показів, встановлений по місцю. Наприклад: датчик щільноміра з пневмо- або електропередачею
34		Прилад для вимірювання розмірів, показуючий, встановлений по місцю. Наприклад: показуючий прилад для вимірювання товщини сталевих стрічки
35	 Напруга	Прилад для вимірювання будь-якої електричної величини, показуючий, встановлений по місцю. Наприклад: напруга, сила струму, потужність. Написи, що розшифровують конкретну вимірювану електричну величину, розташовуються або поряд з приладом, або у вигляді таблиці на полі кресленика










Продовження таблиці Б1

N п/п	Позначення	Найменування
36		Прилад для керування процесом по часовій програмі, встановлений на щиті. Наприклад: командний електропневматичний прилад (КЕП), багатоланцюгове реле часу
37		Прилад для вимірювання вологості реєструючий, встановлений на щиті. Наприклад: вторинний прилад вологоміра
38	 pH	Первинний вимірювальний перетворювач (чутливий елемент) для вимірювання якості продукту, встановлений по місцю. Наприклад: датчик рН-метра
39	 O <sub>2</sub>	Прилад для вимірювання якості продукту, показуючий, встановлений по місцю. Наприклад: газоаналізатор, показуючий, для контролю вмісту кисню в димових газах
40	 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Прилад для вимірювання якості продукту реєструючий, регулюючий, встановлений на щиті. Наприклад: вторинний самописний прилад регулятора концентрації сірчаної кислоти в розчині
41	 α,β	Прилад для вимірювання радіоактивності показуючий, з контактним пристроєм, встановлений по місцю. Наприклад: прилад для показів і сигналізації гранично допустимих концентрацій α - і β - випромінювання
42		Прилад для вимірювання швидкості обертання приводу, реєструючий, встановлений на щиті. Наприклад: вторинний прилад тахогенератора
43	 U=f(F,P)	Прилад для вимірювання декількох різномірних величин, реєструючий, встановлений по місцю. Наприклад: самописний дифманометр-витратомір з додатковим записом тиску. Напис, що розшифровує вимірювані величини, наноситься праворуч від зображення приладу

Продовження таблиці Б1

N	Позначення	Найменування
---	------------	--------------

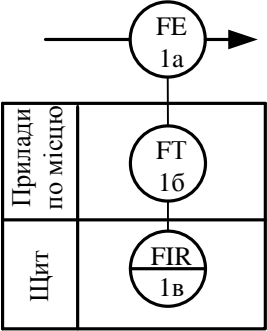
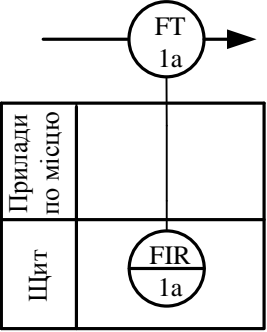
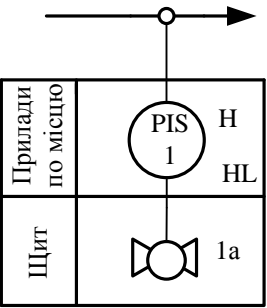


п/п		
44		Прилад для вимірювання в'язкості розчину, показуючий, встановлений по місцю. Наприклад: віскозиметр показуючий
45		Прилад для вимірювання маси продукту, показуючий, з контактним пристроєм, встановлений по місцю. Наприклад: пристрій електронно-тензометричний сигналізуючий
46		Прилад для контролю згасання факела в печі, безшкальний, з контактним пристроєм, встановлений на щиті. Наприклад: вторинний прилад запально-захисного пристрою. Застосування резервної літери «В» повинно бути обумовлено на полі ФСА
47	 E/E	Перетворювач сигналу, встановлений на щиті. Вхідний сигнал електричний, вихідний сигнал теж електричний. Наприклад: перетворювач вимірювальний призначений для перетворення Е.Р.С. термометра термоелектричного в сигнал постійного струму
48	 E/E	Перетворювач сигналу, встановлений по місцю. Вхідний сигнал пневматичний, вихідний – електричний
49	 К	Обчислювальний пристрій, що виконує функцію множення. Наприклад: множник на постійний коефіцієнт «К»
50		Пускова апаратура для керування електродвигуном (включення, виключення насоса; відкриття, закриття засувки і так далі). Наприклад: магнітний пускач, контактор і т.п. Застосування резервної літери «N» повинне бути обумовлено на полі ФСА
51		Апаратура, що призначена для ручного дистанційного керування (включення, виключення двигуна; відкриття, закриття запірного органу, зміна завдання регулятора), встановлена на щиті. Наприклад: кнопка, ключ керування, задатчик
52		Апаратура, що призначена для ручного дистанційного керування, забезпечена пристроєм для сигналізації, встановлена на щиті. Наприклад: кнопка з вбудованою лампочкою, ключ керування з підсвічуванням і т. п.

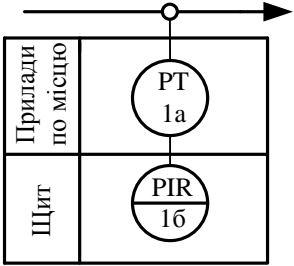
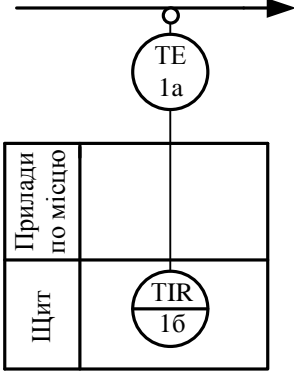
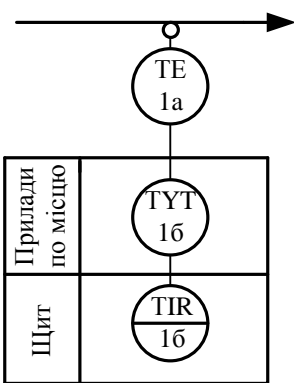
## ДОДАТОК В

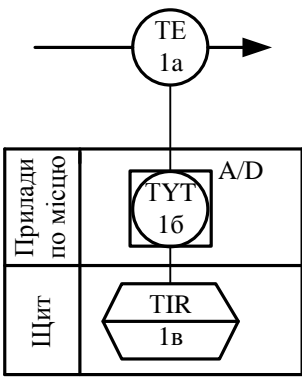
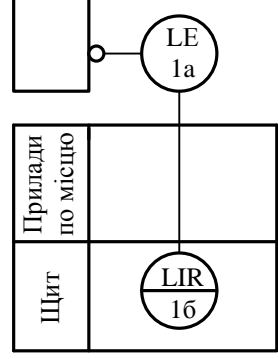
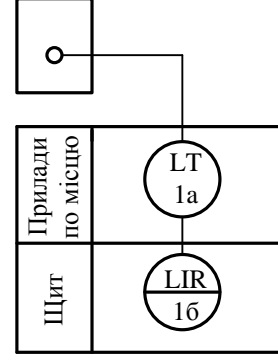
### Приклади побудови схем контурів контролю і регулювання

Таблиця Д1

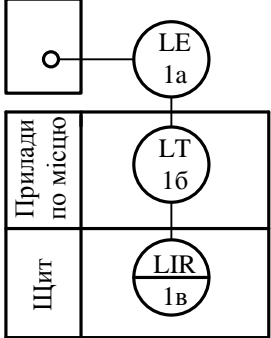
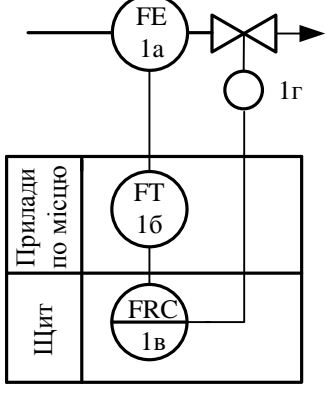
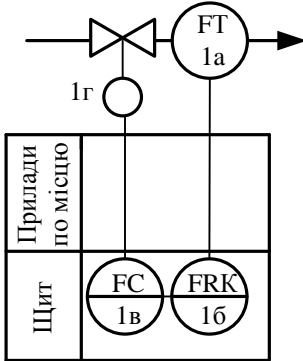
Найменування	Розгорнуте зображення
<p><u>Вимір витрати технологічного потоку:</u></p> <p>1а – звужуючий пристрій (діафрагма, сопла), що вбудовуються в трубопровід;</p> <p>1б – перетворювач перепаду (діфманометр);</p> <p>1в – вторинний реєструючий, показуючий прилад.</p>	
<p><u>Вимір витрати технологічного потоку:</u></p> <p>1а – ротаметр, індукційний витратомір і т.п. вимірники, що вбудовуються в трубопровід;</p> <p>1б – вторинний реєструючий, показуючий прилад.</p>	
<p><u>Вимір тиску в трубопроводі:</u></p> <p>1 – вимірювальний прилад тиску (розрідження, (манометр, вакууметр) з сигнальним пристроєм (гудок), встановленим на щиті.</p>	

Продовження таблиці В1

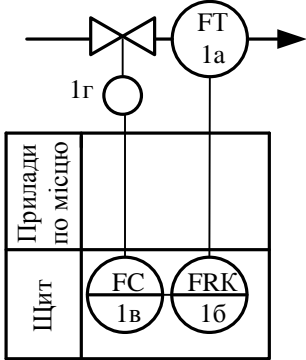
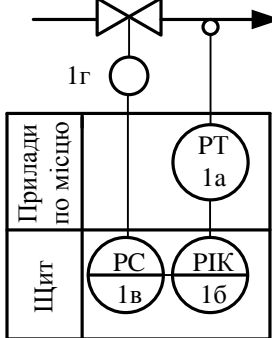
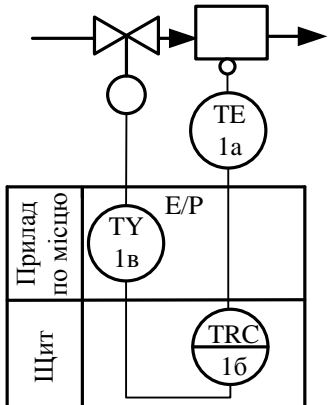
Найменування	Розгорнуте зображення
<p><u>Вимір тиску в трубопроводі:</u></p> <p>1а – вимірювальний перетворювач тиску (розрядження), манометр (вакууметр) з дистанційною передачею;</p> <p>1б – вторинний показуючий і реєструючий прилад.</p>	
<p><u>Вимір температури трубопроводу:</u></p> <p>1а – первинні перетворювачі температури: термоелектричні перетворювачі, термоперетворювачі опору і т. п.;</p> <p>1б – вторинний показуючий і реєструючий прилад: мілівольтметр, потенціометр, логометр, міст, аналогові і цифрові прилади.</p>	
<p><u>Вимір температури трубопроводу:</u></p> <p>1а – первинні перетворювачі температури: термоелектричні перетворювачі, термоперетворювачі опору і т. п.;</p> <p>1б – перетворювач рівня сигналу з дистанційною передачею;</p> <p>1в – вторинний показуючий і реєструючий прилад.</p>	

<p><u>Вимір температури технологічного потоку:</u></p> <p>1а – первинні перетворювачі температури: термоелектричні перетворювачі, термоперетворювачі опору і т. п.;</p> <p>1б – інтелектуальний датчик температури з цифровим виходом;</p> <p>1в – контролер з дисплеєм показуючий і реєструючий.</p>	 <p>The diagram shows a temperature measurement system. At the top, a circle labeled 'TE 1a' with an arrow pointing right represents the primary temperature converter. A line connects it to a square block divided into two horizontal sections. The top section is labeled 'Прилади по місцю' (Instruments on site) and contains a circle labeled 'ТУТ 1б' (Digital temperature sensor) with 'A/D' to its right. The bottom section is labeled 'Щит' (Cabinet) and contains a hexagon labeled 'TIR 1в' (Controller with display and recorder).</p>
<p><u>Вимір рівня в апараті:</u></p> <p>1а – рівнемір поплавцевий, буйковий, радіоізотопний з уніфікованим вихідним сигналом;</p> <p>1б – вторинний показуючий і реєструючий прилад.</p>	 <p>The diagram shows a level measurement system. At the top, a square box represents the tank, with a line connecting it to a circle labeled 'LE 1a' (Level sensor). A line connects 'LE 1a' to a square block divided into two horizontal sections. The top section is labeled 'Прилади по місцю' (Instruments on site) and is empty. The bottom section is labeled 'Щит' (Cabinet) and contains a circle labeled 'LIR 1б' (Secondary indicator and recorder).</p>
<p><u>Вимір рівня в апараті:</u></p> <p>1а – рівнемір дифманометрический: перетворювач гідростатичного тиску, вимірювальний перетворювач різниці тисків, диференціальні манометри з уніфікованим вихідним сигналом;</p> <p>1б – вторинний показуючий і реєструючий прилад.</p>	 <p>The diagram shows a differential pressure level measurement system. At the top, a square box represents the tank, with a line connecting it to a circle labeled 'LT 1а' (Differential pressure level sensor). A line connects 'LT 1а' to a square block divided into two horizontal sections. The top section is labeled 'Прилади по місцю' (Instruments on site) and contains 'LT 1а'. The bottom section is labeled 'Щит' (Cabinet) and contains a circle labeled 'LIR 1б' (Secondary indicator and recorder).</p>

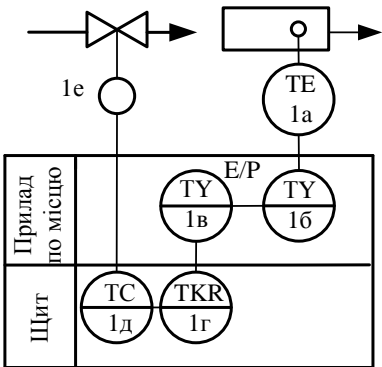
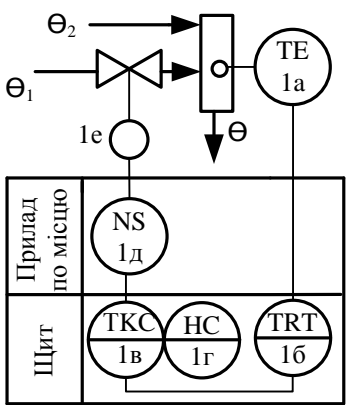
Продовження таблиці В1

Найменування	Розгорнуте зображення
<p><u>Вимір рівня в апараті:</u></p> <p>Рівнемір з проміжним перетворювачем встановленим по місцю:</p> <p>1а – чутливий елемент, первинний перетворювач;</p> <p>1б – передавальний вимірювальний перетворювач;</p> <p>1в – вторинний показуючий і реєструючий прилад.</p>	
<p><u>Стабілізація витрати технологічного потоку:</u></p> <p>1а – звужуючий пристрій: діафрагма, сопла;</p> <p>1б – перетворювач перепаду, дифманометр;</p> <p>1в – вторинний реєструючий прилад зі вбудованим регулятором;</p> <p>1г – виконуючий механізм із регулюючим органом.</p>	
<p><u>Стабілізація витрати технологічного потоку:</u></p> <p>1а – ротаметр, індукційний витратомір і т. п. вимірники, що вбудовуються в трубопровід;</p> <p>1б – вторинний пневматичний реєструючий прилад із станцією керування;</p> <p>1в – регулятор;</p> <p>1г – виконуючий механізм із регулюючим органом.</p>	

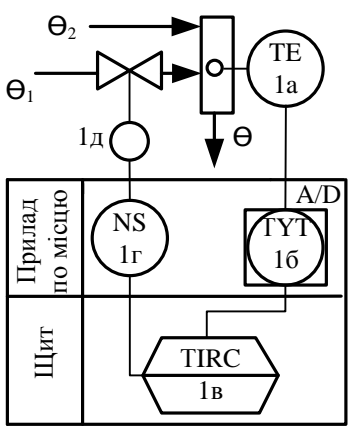
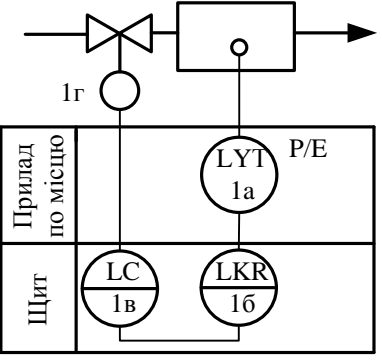
Продовження таблиці В1

Найменування	Розгорнуте зображення
<p><u>Стабілізація витрати технологічного потоку:</u></p> <p>1а – ротаметр, індукційний витратомір і т. п. вимірники, що вбудовуються в трубопровід;</p> <p>1б – вторинний пневматичний реєструючий прилад із станцією керування;</p> <p>1в – регулятор;</p> <p>1г – виконуючий механізм із регулюючим органом.</p>	
<p><u>Регулювання тиску в трубопроводі:</u></p> <p>1а – вимірювальний перетворювач тиску (розрідження), манометр (вакууметр) з дистанційною передачею;</p> <p>1б – вторинний пневматичний показуючий прилад із станцією керування;</p> <p>1в – пневматичний регулятор;</p> <p>1г – виконуючий механізм із регулюючим органом.</p>	
<p><u>Регулювання температури:</u></p> <p>1а – первинні перетворювачі температури: термоелектричні перетворювачі;</p> <p>1б – вторинний реєструючий прилад зі вбудованим регулятором: потенціометр тощо;</p> <p>1в – електропневмоперетворювач;</p> <p>1г – виконавчий механізм з регулюючим органом (пневмоклапан).</p>	

Продовження таблиці В1

Найменування	Розгорнуте зображення
<p><u>Регулювання температури:</u></p> <p>1а – первинні перетворювачі температури: термоелектричні перетворювачі;</p> <p>1б – нормуючі перетворювачі;</p> <p>1 в – електропневмоперетворювач;</p> <p>1г – вторинний пневматичний реєструючий прилад із станцією управління;</p> <p>1д – пневматичний регулятор;</p> <p>1е – виконавчий механізм з регулюючим органом (пневмоклапан).</p>	<div></div>
<p><u>Регулювання температури:</u></p> <p>1а – термоелектричні перетворювачі, термоперетворювачі опору;</p> <p>1б – вторинний реєструючий прилад з дистанційною передачею сигналу на відстань;</p> <p>1в – регулятор зі вбудованою станцією керування;</p> <p>1г – ручна дія (ручне регулювання);</p> <p>1д – пускова апаратура;</p> <p>1е – виконавчий механізм з регулюючим органом.</p>	<div></div>

Продовження таблиці В1

Найменування	Розгорнуте зображення
<p><u>Регулювання температури:</u></p> <p>1а – термоелектричні перетворювачі, термоперетворювачі опору;</p> <p>1б – інтелектуальний датчик температури з цифровим виходом;</p> <p>1в – регулюючий контролер з дисплеєм;</p> <p>1г – пускова апаратура;</p> <p>1д – виконавчий механізм з регулюючим органом.</p>	
<p><u>Регулювання рівня:</u></p> <p>1а – вимірники гідростатичного стовпа рідини;</p> <p>1б – вторинний реєструючий прилад зі станцією керування;</p> <p>1д – регулятор рівня;</p> <p>1г – виконавчий механізм з регулюючим органом (пневмоклапан).</p>	



## ДОДАТОК Г

### Список нормативних документів

1. ДСТУ Б А.2.4-3-95 (ГОСТ 21.408-93) СПДБ. Правила виконання робочої документації автоматизації технологічних процесів
2. ГОСТ 2.785-94. Условное изображение трубопроводной запорной арматуры.
3. ГОСТ 2.701-84. Единая система конструкторской документации. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению.
4. ГОСТ 2.702-75. Единая система конструкторской документации. Правила выполнения электрических схем.
5. ГОСТ 2.710-81. Единая система конструкторской документации. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах.
6. ГОСТ 2.722-68. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Машины электрические.
7. ГОСТ 2.732-68. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Источники света.
8. ГОСТ 2.741-68. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Приборы акустические.
9. ГОСТ 2.780-68. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические. Элементы гидравлических и пневматических сетей.
10. ГОСТ 2.782-68. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические. Насосы и двигатели гидравлические и пневматические.
11. ГОСТ 2.785-70. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические. Арматура трубопроводная.
12. ГОСТ 2.788-74. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические. Аппараты выпарные.

13. ГОСТ 2.789-74. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические. Аппараты теплообменные.
14. ГОСТ 2.790-74. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические. Аппараты колонные.
15. ГОСТ 2.791-74. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические. Отстойники и фильтры.
16. ГОСТ 2.792-74. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические. Аппараты сушильные.
17. ГОСТ 2.793-79. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические. Элементы и устройства машин и аппаратов химических производств. Общие обозначения.
18. ГОСТ 2.794-79. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические. Устройства питающие и дозирующие.
19. ГОСТ 2.795-80. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические. Центрифуги.
20. ГОСТ 8.417-2002. ГСИ. Единицы величин.
21. ГОСТ 19.101-77. Единая система программной документации. Виды программ и программных документов.
22. ГОСТ 19.404-79. Единая система программной документации. Пояснительная записка. Требования к содержанию и оформлению.
23. ГОСТ 19.505-79. Единая система программной документации. Руководство оператора. Требования к содержанию и оформлению.
24. ГОСТ 21.401-88. СПДС. Технология производства. Основные требования к рабочим чертежам.
25. ГОСТ 21.404-85. Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах.

26. ГОСТ 21.408-93. Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов.
27. ГОСТ 24.104-85. Единая система автоматизированных систем управления. Автоматизированные системы управления. Общие требования.
28. ГОСТ 24.210-82. Требования к содержанию документов по функциональной части.
29. ГОСТ 24.302-80. Общие требования к выполнению схем.
30. ГОСТ 24.303-80. Система технической документации на АСУ. Обозначения условные графических технических средств.
31. ГОСТ 34.201-89. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды, комплектность и обозначения документов при создании автоматизированных систем.
32. ГОСТ 34.602-89. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы.
33. ГОСТ 14202-69. Трубопроводы промышленных предприятий. Опознавательная окраска, предупреждающие знаки и маркировочные щитки.
34. РД 50-34.698-90. Комплекс стандартов и руководящих документов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы, требования к содержанию документов.
35. РД 50-680-88. Методические указания. Автоматизированные системы. Основные положения.
36. СНиП 3.05.07-85. Системы автоматизации.