

8. ЗАГАЛЬНОПРОМИСЛОВІ ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Призначення і класифікація вимірювальних приладів. Функціональна схема приладів. Диференціально-трансформаторні і феродинамічні прилади. Автоматичні мости змінного і постійного струму. Керуючі пристрої. Використання комп'ютерної техніки. Виконавчі механізми, класифікація, схеми управління. Види регулюючих органів.

8.1. Вторинні вимірювальні прилади

Загальні відомості

Основне призначення вимірювальних приладів – візуальний показ аконтрольованого параметра, реєстрація його значення на різних носіях, вироблення сигналу поточного значення для системи регулювання. Деякі вторинні прилади містять контактну групу для сигналізації граничних значень параметра та інтегратор.

Вимірювальні прилади класифікуються за декількома ознаками:

- за видом подання результатів вимірювання – *аналогові* (безперервні) і *цифрові* (дискретні);
- за видом структурної схеми – прилади *прямого* вимірювання і прилади, що працюють за принципом *компенсації*;
- за видом енергії, що використовується – електричні, пневматичні і гідравлічні прилади.

Основні риси аналогових приладів прямого вимірювання – малопотужний вихідний сигнал, здатний перемістити тільки стрілку відносно шкали, і відсутність зворотного зв'язку. Приклади таких приладів – логометри, вольтметри, амперметри тощо.

Найбільше промислове поширення отримали електричні вимірювальні прилади, які працюють за компенсаційним принципом з відповідними перетворювачами: з диференціально-трансформаторною і феродинамічною вимірювальними схемами; з автоматичними мостовими схемами (мости змінного

струму і потенціометри). Дані прилади часто називають *вторинними приладами*.

Дія автоматичних вторинних приладів (рис. 8.1) заснована на тому, що вимірювана величина, яка формується за допомогою первинного перетворювача (ПП) і передається на прилад у вигляді сигналу $E_{\text{вх}}$, компенсується протифазним сигналом $E_{\text{к}}$, який утворюється в самому приладі за допомогою зворотного зв'язку, реалізованого за допомогою компенсаційного перетворювача (КП).

Для реалізації вказаного принципу автоматичні вторинні прилади містять вимірювальну схему, показану на рис. 8.1 як елемент порівняння (ЕП), фазочутливий підсилювач (ФП), реверсивний двигун (РД), компенсаційний перетворювач (КП) і систему реєстрації показань (стрілка, записуючий пристрій, шкала).

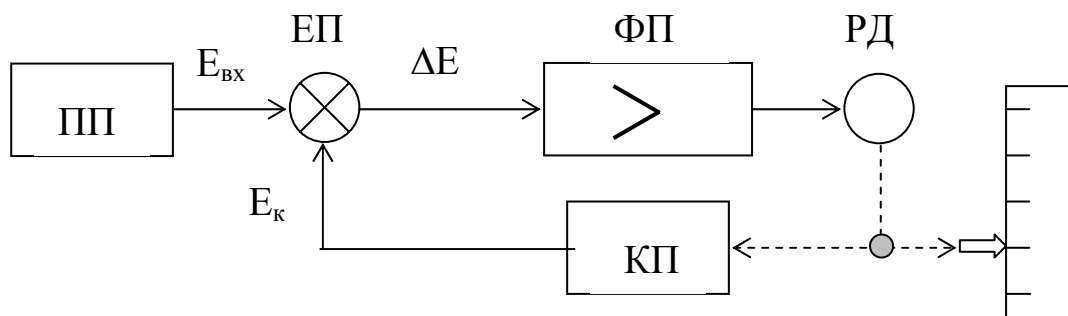


Рис. 8.1. Функціональна схема вторинних приладів.

Робота приладів проста, розглянемо її детальніше, оскільки вона справедлива для всіх видів вторинних компенсаційних приладів.

У початковому стаціонарному стані величини сигналів $E_{\text{вх}} = E_{\text{к}}$, тобто $\Delta E = 0$, оскільки сигнали знаходяться у протифазі. Ротор двигуна нерухомий. При зміні вхідного сигналу на елементі порівняння виникає розузгодження ΔE , яке після підсилення управляє роботою двигуна. Останній в залежності від фази сигналу переміщує робочий елемент компенсаційного перетворювача в ту або іншу сторону доти, поки не настане рівність сигналів $E_{\text{вх}} = E_{\text{к}}$. Сигнал, що керує двигуном, зникає, ротор РД і показуюча стрілка приладу зупиняється в новому положенні, фіксуючи нове значення контролюваного параметра.

Вторинні прилади випускаються з метою прямого показування результатів вимірювань і їх фіксації самописцями. Такі прилади можуть обладнуватися одним або декількома додатковими пристроями: контактними групами, що використовуються для сигналізації або найпростішого релейного регулювання, перетворювачами переміщення для передачі інформації на додатковий вторинний прилад або на регулятор, інтеграторами (лічильниками). Деякі прилади мають вбудовані пневматичні регулятори.

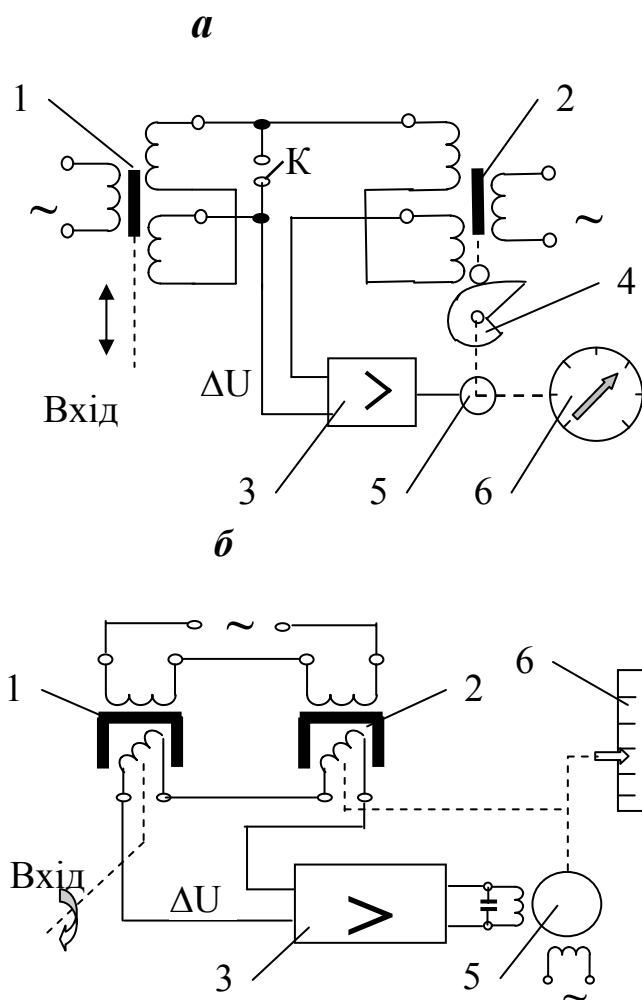


Рис. 8.2. – Принципова схема вторинних приладів КСДЗ (а) і ВФСМ (б):

1 – первинний перетворювач переміщення; 2 – компенсаційний перетворювач; 3 – фазочутливий підсилювач; 4 – лекало; 5 – реверсивний двигун; 6 – пристрої реєстрації.

У динамічному відношенні вторинні прилади можна розглядати як аперіодичні ланки першого порядку, а у разі аналізу систем регулювання з інерційним об'єктом їх можна приймати за підсилювальну ланку.

Загальнопромислові вторинні прилади

Диференціально-трансформаторні і феродинамічні вимірювальні прилади. Вимірювальні схеми цих приладів побудовані на диференціально-трансформаторних (рис. 8.2, а) і феродинамічних (рис. 8.2, б) перетворювачах переміщення.

Типовим представником першої групи є поширені в промисловості прилади серії КСД. Друга група представлена приладами серії ВФС, що випускаються

Харківським заводом КВПіА. Вони забезпечені пристроями реєстрації контрольованих параметрів на дисковій або стрічковій діаграмі.

Функціонування цих приладів повністю відповідає розглянутому вище принципу.

Відзначимо наявність у схемі приладу КСД допоміжної кнопки (К), що служить для контролю справності приладу. При натисненні на кнопку шунтується ланцюг первинного перетворювача і двигун приладу приводить систему до стаціонарного режиму ($\Delta U = 0$), при цьому осердя компенсаційного перетворювача (2) переміщається в нейтральне положення, а стрілка займає строго певне положення, показуючи тим самим, що система приладу працездатна.

Автоматичні мости змінного струму. Працюють з первинними R-перетворювачами (терморезистори, фоторезистори, тензорезистори тощо). Зазначимо, що назва "мости змінного струму" показує, що мостова вимірювальна схема приладів живиться напругою змінного струму.

Загальний принцип роботи мостової вимірювальної схеми описаний у розділі 6. Розглянемо роботу автоматичного моста на прикладі вимірювання температури середовища за допомогою терморезистора.

На рис. 8.3 наведена спрощена схема контролю температури з допомогою терморезистора (R_t) і автоматичного моста змінного струму серії КСМ.

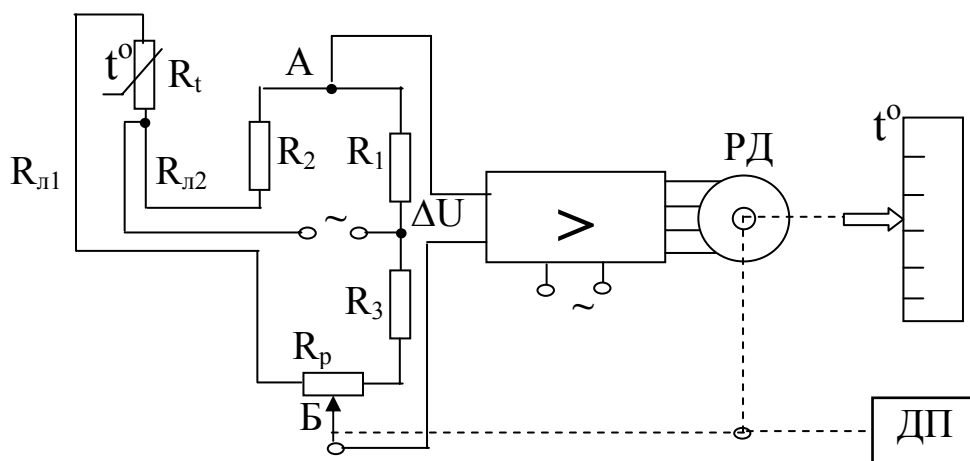


Рис. 8.3. Схема автоматичного моста змінного струму з терморезистором.

Мостова схема тут утворена резисторами: R_1 , R_2 , R_3 (активні резистори плечей моста), R_t (датчик температури, термо-резистор) і R_p (змінний резистор, що називається реохордом, повзунок якого переміщається двигуном РД).

Для ліквідації впливу опору проводів ($R_{л1}$), що залежить від температури навколишнього середовища, підключення термо-датчика здійснюється по трипровідній лінії. Тим самим $R_{л1}$ і $R_{л2}$ виявляються в протилежних плечах моста, і їх зміна не впливає на його рівновагу.

Робота приладу. При зміні контрольованої температури (варіює величина R_t) міст стає неврівноваженим, між точками "А" і "Б" виникає напруга (ΔU), яка після підсилення управляє реверсивним двигуном (РД), ротор останнього переміщує повзунок реохорда (R_p), отже, і точку "Б" до встановлення рівноваги моста ($\Delta U=0$). Кінематично пов'язані з ротором двигуна реєструючі елементи приладу (стрілка, перо) вказують нове значення температури.

У деяких модифікаціях приладу є вбудований додатковий перетворювач (ДП), пов'язаний з ротором двигуна, який слугує для передачі інформації в систему регулювання.

Автоматичні потенціометри. Служать для контролю малих значень напружень (ерс) постійного струму. Як первинний датчик можуть застосовуватися термопари, п'єзоперетворювачі тощо. На рис. 8.4 подана схема підключення термопари до автоматичного потенціометра типу КСП.

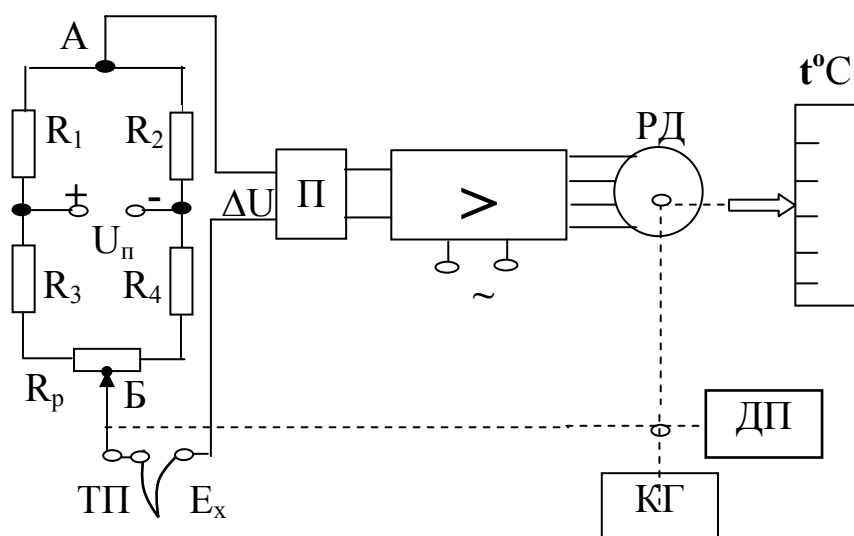


Рис. 8.4. Схема автоматичного потенціометра з термопарою.

Вимірювальна схема складається з моста постійного струму зі стабілізованим джерелом живлення і послідовно з ним підключеної термопари (ТП).

Для забезпечення можливості використання підсилювача змінного струму постійна напруга (ΔU), що знімається з вимірювальної схеми, за допомогою перетворювача (П) формується в змінну.

Зі схеми видно, що на вхід перетворювача подається напруга:

$$\Delta U = U_{AB} - E_x,$$

де U_{AB} – напруга, що знімається з діагоналі моста;

E_x – напруга, що виробляється термопарою.

Функціонування приладу пояснюється схемою. Принцип компенсації тут реалізований шляхом формування в діагоналі моста компенсуючої напруги (U_{AB}), включеної назустріч термоерс (E_x).

На схемі показані додатковий перетворювач (ДП), сигнал якого може використовуватися в системі регулювання, і контактна група (КГ) для сигналізації, блокування і релейного регулювання, які вбудовуються в деякі модифікації потенціометрів типу КСП.

На завершення зазначимо, що в розвитку аналогових вторинних приладів спостерігаються дві тенденції: це створення більш простих, малогабаритних, але надійних і дешевих приладів для АСУТП, де вони виконують роль зручних для оператора пристроїв надання інформації і зв'язуючих елементів між датчиками і ЕОМ, та створення високоточних, швидкодіючих і багатограничних вторинних приладів для дослідження об'єктів.

8.2. Промислові керуючі пристрої

Для ефективного використання отриманої від вимірювальної системи інформації про об'єкт управління необхідно її проаналізувати, виробити по певних алгоритмах відповідні команди і передати їх до об'єкта для безпосереднього формування керуючих впливів у конкретній фізичній формі. Всі

У залежності від функцій, що виконуються технічними засобами при переробці інформації, канал управління може бути зображений узагальненою функціональною схемою, наведеною на рис. 8.5. У конкретному каналі управління ряд засобів можуть бути відсутніми.

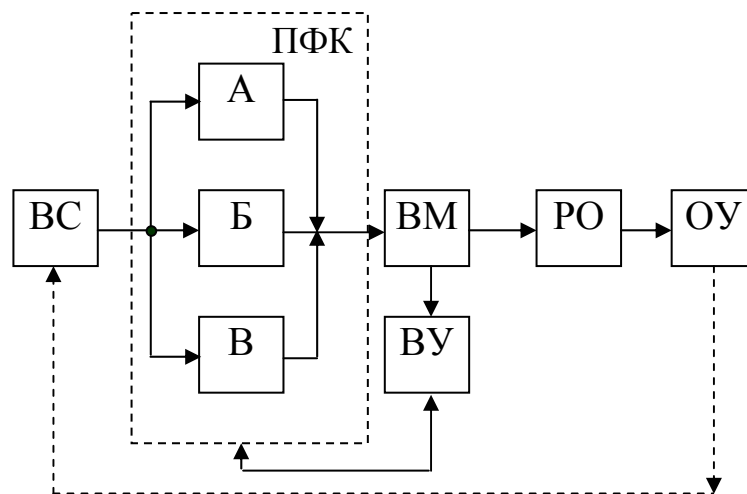


Рис. 8.5. Узагальнена функціональна схема каналу управління.

Отримана у вимірювальній системі (ВС) контрольна інформація про об'єкт управління (ОУ) спрямовується до групи пристроїв формування команд (ПФК) управління. Сигнали команд управління за допомогою виконавчих механізмів (ВМ) перетворюються у величини, зручні для впливу на регулюючі органи (РО) конкретних технологічних апаратів. Наприклад, електричний командний сигнал включає електропривод, що впливає на дросельну засувку, яка змінює витрату рідини. З допомогою РО змінюються величини потоків матеріалу, енергії і т. п. в об'єкті управління, що приводить до відповідного коректування ходу технологічного процесу.

У залежності від рівня автоматизації в ПФК можна виділити технічні засоби відповідних рівнів управління. До засобів (В), що представляють нижній рівень управління,

належать регулюючі пристрої місцевих (локальних) і автономних систем регулювання. Засоби (Б) вищого рівня управління включають у себе пристрої агрегованих комплексів централізованих систем управління, що здійснюють регулювання взаємопов'язаних об'єктів.

Керуючі команди найвищого рівня (А) формуються за допомогою обчислювальних машини і мікропроцесорних комплексів. Їх наявність відповідає створенню на підприємстві автоматизованої системи управління.

Керуючі команди на виконавчі механізми (ВМ і РО) можуть подаватися як безпосередньо із засобів верхнього рівня управління, так і через засоби більш низьких рівнів, коректуючи їх роботу.

Вибір режимів роботи ПФК і ВМ, контроль їх стану і справності здійснюється групою допоміжних пристроїв (ДП). У складних системах управління сюди може входити мікропроцесорна техніка, у найпростіших локальних системах (САР) це можуть бути ключі вибору режиму управління ("Місцеве", "Автоматичне") і дистанційні показчики положення робочого органу виконавчого механізму.

Розглянемо детальніше схему управління складними об'єктами за допомогою ЕОМ (рис. 8.6.).

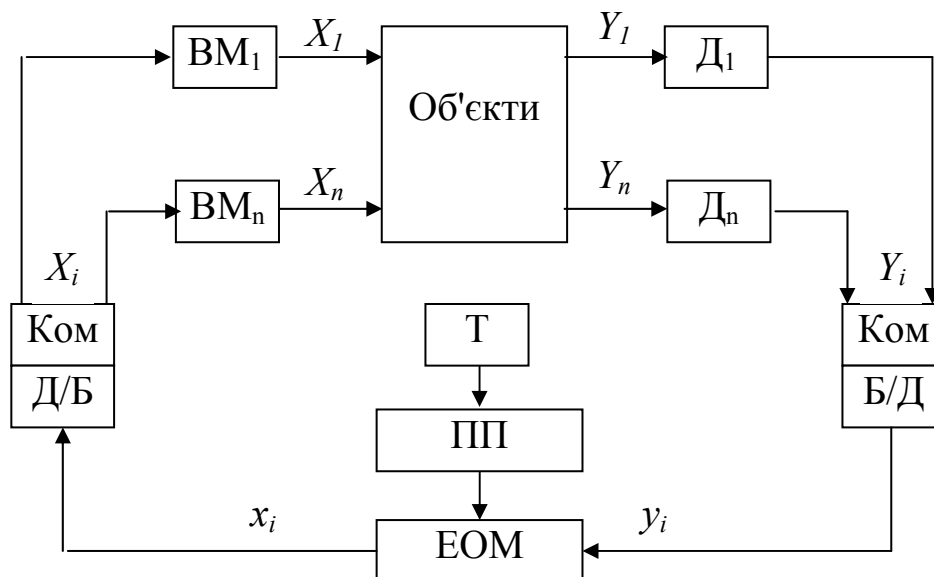


Рис. 8.6. Структурна схема управління з допомогою ЕОМ.

На вхід ЕОМ від датчиків (D_i) надходить вимірювальна інформація про поточні значення вихідних величин $Y_1, \dots, Y_n$ об'єктів управління. Після перетворення сигналів з безперервних у дискретні (Б/Д) аналог-код ЕОМ обробляє ці сигнали y_i згідно з вибраним законом (алгоритмом) управління для отримання командної інформації x_i , яка після зворотного перетворення (Д/Б) подається через виконавчі механізми (ВМ) на входи об'єктів $X_1, \dots, X_n$.

Перетворювачі безперервних величин у дискретні (цифрові), і навпаки, роблять багатоканальними з використанням комутатора (КОМ), який послідовно оббігає датчики (або ВМ). Поширений принцип синхронного зв'язку ЕОМ з об'єктами, при якому процес управління розбивається на періоди (цикли) рівної тривалості такт-імпульсами від електронного таймера (Т).

На початку чергового циклу, з приходом такт-імпульсу на пристрій переривання (ПП), відбувається оббігаюче опитування датчиків (з перетворенням сигналів в цифрову форму) і введення цифрових сигналів у оперативну пам'ять ЕОМ. По відношенню до окремого датчика його вихідний безперервний сигнал квантується за рівнем і за часом.

Після введення вимірювальної інформації y_i в пам'ять, ЕОМ обчислює керуючі команди x_i , і видає їх на управління. Безпосереднє цифрове управління має місце при подачі команд (через ВМ) на вхід об'єкта.

Для складних технологічних процесів команди управління від ЕОМ подаються на зміну завдань локальних САР (і, можливо, на установку оптимальних налаштувань регуляторів локальних САР). При такій структурі працездатність системи управління зберігається і при відмовах ЕОМ.

Крім розглянутої роботи ЕОМ в замкненій системі управління (за відхиленням), можливе управління по розімкненій схемі за принципом програмного управління (ЕОМ виробляє програму команд x_i на вході об'єкта без поточних вимірювань вихідних величин y_i і в режимі "порадника" видає оператору команди).

На закінчення зазначимо, що ЕОМ надзвичайно ефективна при реалізації будь-яких алгоритмів управління, іншими

словами, ЕОМ – універсальний регулятор, що змінює закони регулювання шляхом заміни програми алгоритму.

У той же час на збагачувальних фабриках функціонують локальні САР технологічних параметрів, в яких використовують стабілізуючі регулятори різних схем і конструкцій. З електричних треба відмітити регулятор типу Р-25, що реалізовує всі закони регулювання.

8.3. Виконавчі механізми і регулюючі органи

Вплив на технологічні процеси як при дистанційному, так і при автоматичному управлінні здійснюється виконавчими механізмами і зв'язаними з ними регулюючими органами (див. рис. 2.1).

Виконавчі механізми (ВМ).

За видом споживаної енергії виконавчі механізми поділяють на електричні, пневматичні і гідравлічні. Найбільше поширення отримали електричні ВМ. Пневматичні і гідравлічні виконавчі механізми застосовуються у разі необхідності отримання великої потужності при переміщенні робочого органу.

Електричні виконавчі механізми можуть бути контактними і безконтактними. Пусковим пристроєм контактного виконавчого механізму є реверсивний магнітний пускач, безконтактного – магнітний підсилювач.

У загальному випадку *електричні виконавчі механізми* складаються з наступних основних елементів: реверсивного електродвигуна; редуктора, що знижує частоту обертання вихідного вала; вихідного елемента, що передає зусилля або крутний момент регулюючому органу; додаткових пристроїв (кінцевих вимикачів), що забезпечують зупинку виконавчого механізму в крайніх положеннях; пристроїв зворотного зв'язку для роботи в системах автоматичного регулювання або для дистанційного показу положення вихідного елемента виконавчого механізму; штурвал ручного привода (деякі модифікації).

У залежності від модифікації цих ВМ у них використовуються двофазні конденсаторні електродвигуни з порожнистим ротором, що мають добрі динамічні характеристики і допускають тривалу роботу в застопореному режимі при повній напрузі живлення, а також трифазні асинхронні електродвигуни з короткозамкнутим ротором (для виконавчих механізмів великої потужності).

Як пристрій зворотного зв'язку застосовують реостатні, індуктивні і феродинамічні перетворювачі переміщення.

Показчики положення вихідного вала, що комплектуються з деякими електричними ВМ, являють собою стрілочні прилади зі шкалою 0-100%.

Найбільше поширення в збагачувальній промисловості отримали електричні ВМ типу МЭО та ИМ 2/120.

На рис. 8.7 показано приклад управління виконавчим механізмом.

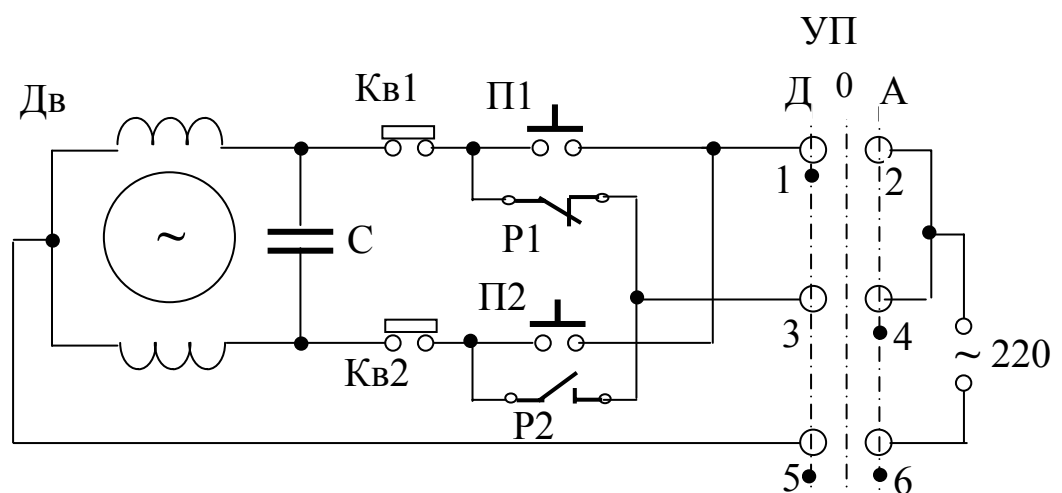


Рис. 8.7. Схема управління виконавчим механізмом ИМ 2/120.

При розробці схеми управління ВМ необхідно передбачати три режими роботи: дистанційний (Д), вимкнено (0) і автоматичний (А).

Вибір режиму здійснюється за допомогою різних комутаційних пристроїв, наприклад, універсального перемикача (УП), що має відповідні три положення рукоятки перемикачання. Для читання подібних схем необхідно засвоїти, що контакти УП можуть замикатися тільки горизонтальними групами 1 - 2; 3 - 4 і

5 - 6, яка група замкнена і в якому режимі показує точка, розташована на вертикальній осі. Наприклад, у дистанційному режимі (Д) замикаються групи контактів 1 - 2 і 5 - 6 (рис. 8.7).

На схемі управління також показані кінцеві вимикачі (Кв1 і Кв2), що знеструмлюють живлення двигуна в крайніх положеннях вихідного вала, пускові кнопки, що працюють у дистанційному режимі, при цьому потрібно врахувати, що реверс вала двигуна здійснюється подачею напруги на одну (кнопка П1) або другу (П2) обкладку фазозсувного конденсатора (С). Схема включає і контактні групи (Р1 і Р2), які розташовані в регулюючому пристрої і керують виконавчим механізмом в автоматичному режимі (А).

Для управління трифазним виконавчим механізмом необхідне використання реверсивного магнітного пускача.

Пневматичні виконавчі механізми (ПВМ). Поділяються на мембранні і поршневі.

У мембранному виконавчому механізмі переміщення вихідного штока в одному напрямі створюється тиском стислого повітря в мембранній порожнині, а в іншому – силою стислої пружини (пружинні мембранні виконавчі механізми). Ці механізми мають вихідний шток з поворотно-поступальним рухом, як правило, конструктивно пов'язаний з регулюючими органами. У залежності від напрямку руху штока при підвищенні тиску повітря у мембранній порожнині розрізняють механізми прямої і зворотної дії.

У поршневих виконавчих механізмах зусилля, що переміщує вихідний шток, створюється тиском робочого середовища в поршневих порожнинах. У порівнянні з мембранними вони мають більшу величину переміщення вихідного штока.

Регулюючі органи (РО)

Регулюючі органи звичайно входять до складу об'єктів регулювання і впливають на протікаючі в них процеси шляхом зміни в основному витрат продуктів.

Для зміни витрат сипучих матеріалів звичайно використовуються живильники - вібраційні, хитні, пластинчаті, стрічкові, шибєрні заслінки, роторні, гвинтові, тарільчасті (дискові) і інші.

Витрати рідких і газоподібних продуктів змінюються за допомогою дросельних заслінок, запорно-регулюючих вентилів, шиберів, шлангових затворів, варіаторів частоти обертання робочих органів насосів, вентиляторів і димососів.

Для зміни малих витрат, наприклад, реагентів і флокулянтів, використовують дозатори, що називають живильниками реагентів.

Контрольні запитання:

1. Роз'ясніть призначення вторинних приладів.
2. Опишіть класифікацію вторинних приладів.
3. Виконайте узагальнюючу функціональну схему вторинних приладів.
4. Наведіть схеми і поясніть принцип роботи загально-промислових вторинних приладів.
5. Поясніть принципи використання ЕОМ при автоматизації технологічних процесів.
6. Наведіть класифікацію виконавчих механізмів.
7. Складіть спрощену схему управління електричним виконавчим механізмом.
8. Перерахуйте основні види регулюючих органів.

9. ПРИНЦИПИ РОЗРОБКИ СХЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Склад схем автоматизації процесів. Правила виконання схем. Принципи побудови умовних позначень елементів автоматики. Державний стандарт на буквені і графічні позначення приладів та їх функціональних ознак.

Загальні положення

Автоматизацію технологічного процесу потрібно впроваджувати поетапно, починаючи з розробки схем автоматизації процесів.

Автоматичний контроль і управління технологічними процесами повинні поліпшувати їх техніко-економічні показники. Ефективність автоматизації в кожному окремому випадку визначається конкретно розрахунками з урахуванням індивідуальних особливостей процесу, що автоматизується, але існує ряд загальних вимог, які повинна задовольняти будь-яка система автоматизації і які потрібно враховувати при розробці схем автоматизації. До цих вимог потрібно віднести:

- максимальну простоту, тобто мінімальну в межах технічної і економічної доцільності кількість функцій, що виконуються системою, і мінімальну кількість машин, приладів, пристроїв та з'єднувальних проводів, що входять у систему;
- гнучкість, тобто простий і швидкий перехід від автоматичного управління до ручного, і навпаки, можливість управління з декількох місць;
- чіткість дії як при нормальних, так і аварійних режимах, будь-яке пошкодження в системі не повинно супроводжуватися подальшим розвитком аварії;
- використання типових засобів збору, передачі і переробки інформації, типових регуляторів, що випускаються в досить широкому асортименті приладобудівною промисловістю.

Крім того, виходячи з вимог працездатності і якості регулювання, автоматичні системи регулювання, що входять у схеми автоматизації, повинні відповідати таким вимогам:

- володіти самовирівнюванням і стійкістю, тобто здатністю повертатися в положення рівноваги після припинення дії причин, що вивели систему з цього стану;
- помилки відтворення керуючих впливів або відхилення регульованих величин через дію збурень не повинні перевищувати допустимих значень;
- помилка у регульованій величині, коли це пов'язано вимогами технологічного процесу, повинна бути в технічно і технологічно допустимих межах;
- перехідний процес протягом часу регулювання повинен бути оптимальним;
- найбільше відхилення регульованої величини від заданої в ході процесу не повинно бути більшим від певної допустимої величини, що залежить від технологічних особливостей процесу.

Якщо перехідний процес у системі має коливальний характер, то можуть висуватися вимоги щодо обмеження амплітуди або частоти коливань.

Схеми автоматизації технологічних процесів є основними технічними документами, які визначають структуру і масштаб автоматизації промислових об'єктів, початковими даними для проектування систем управління.

Схеми автоматизації включають технологічну схему, що містить основні технологічні апарати і машини, зображену в спрощеному варіанті і розташовану у верхній частині листа, і засоби автоматизації, що входять до складу систем контролю, регулювання, які наносять на схему за допомогою умовних графічних позначень і ліній зв'язку.

Схеми автоматизації, що проектуються, повинні враховувати вимоги технології і її особливості, тому в їх розробці обов'язково повинні брати участь технологи зі збагачення корисних копалин. Це підкреслює важливість даного розділу для студентів-збагачувальників.

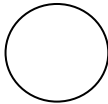
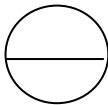
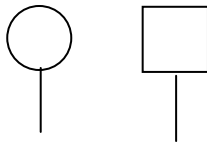
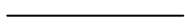
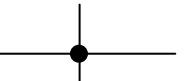
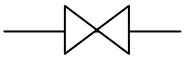
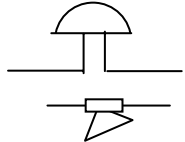
Правила виконання і читання схем автоматизації

При автоматизації технологічних процесів використовується велика група приладів і засобів автоматизації, за допомогою яких здійснюють вимірювання, регулювання, управління і сигналізацію. При розробці схем автоматизації доцільно позначати елементи автоматики символічно.

Раніше для зображення схем автоматизації технологічних процесів (їх називали функціональними схемами авто-

матизації) використали ОСТ 36-27-77. Сьогодні застосовують позначення, встановлені ГОСТ 21.404-85 "Позначення умовні приладів і засобів автоматизації в схемах", основні позначення наведені в табл. 9.1.

Табл. 9.1. Умовні графічні позначення приладів і засобів автоматизації

№	Назва	Позначення
1.	Прилад, встановлений поза щитом, пультом (за місцем) - основне позначення	
2.	Прилад, встановлений на щиті, пульті	
3.	Виконавчий механізм	
4.		
5.	Перетин ліній зв'язку без з'єднання	
6.	Перетин ліній зв'язку із з'єднанням між собою	
7.	Регулюючий орган	
8.	Лампа сигнальна	
9.	Звукова сигналізація дзвінок гудок	

Для всіх постійно підключених приладів обраний пристрій зображають суцільною тонкою лінією, що з'єднує технологічний трубопровід або апарат з приладом (рис. 9.1, а). Коли потрібно

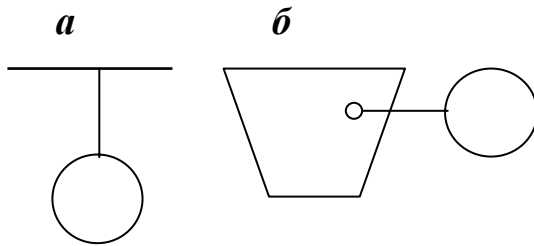


Рис. 9. 1. Приклад відображення обраного пристрою на схемі автоматизації.

вказати конкретне місце розташування обраного пристрою (всередині контура технологічного апарату), його позначають колом діаметром 2 мм (рис. 9.1, б).

Часто виникає необхідність на схемах автоматизації вводити умовні графічні позначення електро-

апаратури (сигнальні лампи, дзвінки, сирени, гудки, електро-двигуни тощо), які повинні відповідати стандартам ЕСКД.

Для повного позначення приладу або засобу автоматизації на схемах в його умовне графічне позначення у вигляді кола або овала вписують умовне буквене позначення, що визначає призначення, робочі функції і особливості роботи засобів автоматизації.

Функції, що виконуються приладом, позначають за допомогою букв (табл. 9.2).

У стандарті передбачені додаткові буквені позначення, що застосовуються для інформування про додаткові функціональні ознаки приладів, перетворювачів і обчислювальних пристроїв (табл. 9.3).

У таблиці 9.4 наведено основні буквені позначення вимірюваних величин. Ці букви в умовному позначенні приладів і засобів автоматизації стоять першими.

Загальний принцип побудови умовного позначення приладу автоматики показано на рис. 9.2.

У відповідності з ГОСТ 21 404-85, побудову умовних позначень приладів і засобів автоматизації можна виконати двома способами: спрощеним і розгорненим.

Прилади і засоби автоматизації, які здійснюють функції вимірювання, регулювання, сигналізації і виконані у вигляді окремих блоків, для спрощення на схемах подають одним умовним позначенням. При цьому первинні вимірювальні перетворювачі і допоміжну апаратуру не зображають.

При розгорненому методі побудови умовних зображень кожний прилад, блок, вхідний, регулюючий або керуючий комплект засобів автоматизації зображують окремим умовним позначенням.

**Табл. 9.2. Буквені умовні позначення функцій,
що виконуються приладом**

Позначення	Функціональні ознаки приладу		
	Відображення інформації	Формування вихідного сигналу	Додаткове значення сигналу
A	Сигналізація	-	-
C	-	Автоматичне регулювання, управління	-
H	-	-	Верхня межа
I	Показання приладу		-
L	-	-	Нижня межа
R	Реєстрація	-	-
S	-	Включення, відключення, переключення	-

**Табл. 9.3. Додаткові буквені позначення
функціональних ознак приладів**

Позначення	Назва	Призначення
E	Чутливий елемент	Пристрої для первинного перетворення: термопари, терморезистори, датчики пірометрів, звужувальні пристрої витратомірів тощо
T	Дистанційна передача	Прилади безшкальні з дистанційною передачею сигналу, манометри
K	Станція управління	Прилади, що мають перемикач виду управління ("автоматичне", "вимкнуто", "ручне")
Y	Функції для обчислення	Для побудови і позначення перетворювачів сигналів та обчислювальних пристроїв

Табл. 9.4. Основні буквені позначення вимірюваних величин

Позна- чення	Вимірювана величина	
	Основна назва вимірюваної величини, основне значення першої букви в позначенні	Додаткова назва, що уточнює вимірювану величину
D	Густина	Різниця, перепад
E	Будь-яка електрична величина	-
F	Витрати	Співвідношення, частка
G	Розмір, положення, переміщення	-
H	Ручний вплив, задана величина	-
J	-	Автоматичне переключення, огинання
K	Час, часова програма	-
L	Рівень	-
M	Вологість	-
P	Тиск, вакуум	-
Q	Величина, яка характеризує якість (зольність, концентрація)	Інтегрування, додавання в часі
R	Радіоактивність	-
S	Швидкість, частота	-
T	Температура	-
U	Декілька різних вимірюваних величин	-
V	В'язкість	-
W	Маса	-

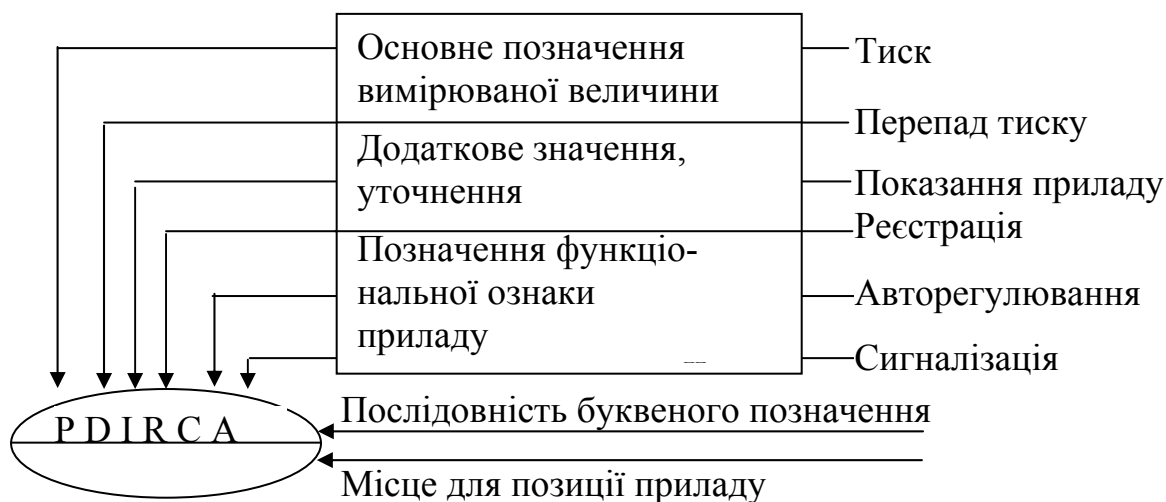


Рис. 9.2. Принцип побудови умовного позначення приладу.

Приклад фрагмента схеми автоматизації при різних методах позначень засобів автоматизації наведено на рис. 9.3.

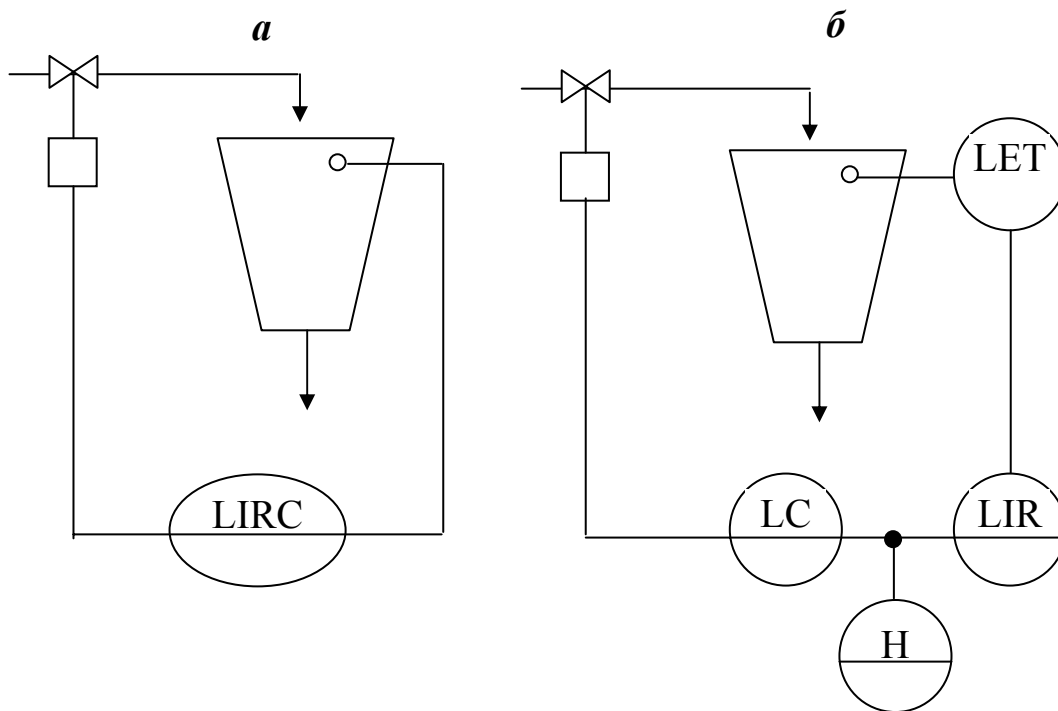


Рис. 9.3. Приклад побудови спрощеної (а) і розгорнутої (б) схеми автоматизації рівня середовища у об'єкті.

На схемі "а" всі елементи системи контролю і регулювання рівня умовно зібрані в єдиний елемент (LIRC), на схемі "б" показані чутливий елемент первинного датчика рівня з перетворювачем і дистанційною передачею показань приладів (LET), реєструючий вторинний прилад (LIR), регулятор рівня (LC) і задатчик (H). Тут первинний датчик рівня (LET) розташовується за місцем (на об'єкті), а нижні прилади – на пульті (на приладах показано горизонтальний діаметр).

Підведення лінії зв'язку до приладу здійснюють в будь-якій точці графічного позначення (зверху, знизу, збоку). Якщо необхідно вказати напрям передачі сигналу, то на лінії зв'язку наносять стрілки.

Таким чином, умовні позначення приладів і засобів автоматизації, що застосовуються в схемах автоматизації, включають графічні, буквені і цифрові позначення (на рис. 8.3 цифрові позначення позиції приладів не показані). При цьому у верхню частину графічного зображення (коло, овал) вписують буквене позначення вимірюваної величини і функціональної

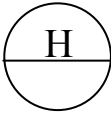
ознаки приладу, що визначають його значення, а в нижню частину вписують позиційне позначення приладу або комплекту засобів автоматизації.

В умовному буквеному позначенні прийнято наступний порядок розташування букв: основне позначення вимірюваної величини; позначення функціональних ознак приладу.

У системах автоматичного контролю, регулювання і управління широко використовують пристрої ручного управління: ключі управління для вибору роду роботи системи (автоматичне, ручне, вимкнено), кнопки ("Більше", "Менше"), перемикачі, задатчики і ін. Буквені позначення таких пристроїв, виконаних у вигляді блоків і призначених для ручних операцій, незалежно від того, до складу якого компонента вони входять, повинні починатися з букви Н. У табл. 9.5 наведено приклади умовних позначень таких пристроїв.

У табл. 9.6 показано приклади побудови і читання умовних позначень приладів для контролю різних технологічних параметрів.

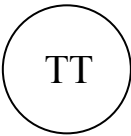
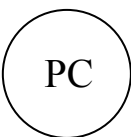
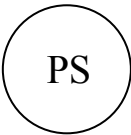
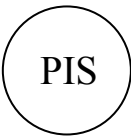
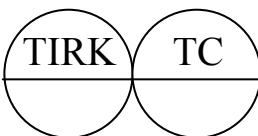
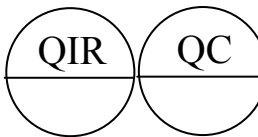
Табл. 9.5. Умовні позначення пристроїв ручного управління

Умовні позначення пристрою на схемі	Характеристика умовного позначення пристрою
	Апаратура, призначена для ручного управління (включення, відключення двигуна, задання регулятора)
	Ручний перемикач (вибір режиму роботи системи регулювання)
	Апаратура для ручного управління, обладнана пристроєм сигналізації і встановлена на щиті, наприклад, кнопка з вбудованою лампочкою

Особливості виконання і читання схем автоматизації

У верхній частині поля креслення зображують технологічне обладнання і комунікації у спрощеному вигляді, без зазначення технологічних апаратів і трубопроводів допоміжного призначення. На технологічних трубопроводах показують ту регулюючу і запірну арматуру, яка бере безпосередню участь у контролі й управлінні процесом. Технологічні апарати і трубопроводи на схемі автоматизації зображають відповідно до вимог стандартів.

Табл. 9.6. Приклади позначень приладів контролю параметрів

Умовні позначення пристрою на схемі	Характеристика умовного позначення пристрою
	Первинний вимірювальний перетворювач (чутливий елемент) для вимірювання температури, встановлений за місцем (термопара, терморезистор)
	Прилад контролю температури, безшкальний, з дистанційною передачею показань, встановлений за місцем, наприклад, термометр манометричний безшкальний
	Регулятор тиску, безшкальний, встановлений за місцем, наприклад, регулятор прямої дії
	Прилад для вимірювання тиску, безшкальний, з контактним пристроєм, наприклад, реле тиску, (включення, виключення), встановлений за місцем
	Прилад для вимірювання тиску, зі шкалою, контактним пристроєм, встановлений за місцем, наприклад, шкальний манометр з електричними контактами
	Пускова апаратура (магнітні пускачі, контактори і ін.)
 H L	Прилад для вимірювання рівня, шкальний, з сигналізацією, верхнього та нижнього рівнів, встановлений на щиті
	Комплект для вимірювання і регулювання температури, шкальний, реєструючий, зі станцією управління, встановлений на щиті, наприклад, вторинний прилад КСП з вбудованим регулятором
 pH	Комплект для вимірювання і регулювання якості (pH середовища), шкальний, реєструючий, встановлений на щиті

Якщо автоматизований вузол містить декілька однотипних машин, то на схемі показується одна машина.

Прилади, засоби автоматизації на схемах автоматизації технологічних процесів показують за ГОСТ 21.404-85.

Щити і пульти систем контролю і регулювання технологічних процесів зображають на схемах у нижній частині поля креслення у вигляді прямокутників, розміри яких визначаються місцем, необхідним для зображення в них умовних графічних позначень приладів і засобів автоматизації, що на них встановлюються.

Керуючі машини і машини централізованого контролю (при їх наявності) зображають також у вигляді прямокутників і розташовують на полі креслення нижче за зображення щитів.

Рекомендується наступна послідовність розробки схеми автоматизації:

1. Ретельно вивчається технологічна схема автоматизованого вузла.
2. Визначаються основні об'єкти контролю і регулювання.
3. У кожному об'єкті виділяються технологічні чинники, які необхідно тільки контролювати.
4. Вибираються способи контролю технологічних чинників (безперервний, дискретний, з сигналізацією верхнього або нижнього значення, спосіб сигналізації тощо).
5. Визначаються чинники, які необхідно регулювати (стабілізувати).
6. Для кожного регульованого чинника вибирають вхідний канал управління, тобто визначають, варіювання якого параметра найбільш ефективно призведе до зміни регульованого чинника.

Контрольні запитання:

1. Сформулюйте загальні вимоги до систем автоматизації.
2. Опишіть склад схеми автоматизації процесів і основні правила її виконання.
3. Розробіть схему автоматизації об'єкта, де вихідними параметрами є рівень і густина суспензії.
4. Розробіть спрощену схему автоматизації теплотехнічного об'єкта (вихідні параметри – температура і вакуум у об'єкті).