

Власник документу:  
Бевза Олег Миколайович

ID перевірки:  
1004123441

Дата перевірки:  
18.06.2020 14:47:23 EEST

Тип перевірки:  
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:  
18.06.2020 14:49:53 EEST

ID користувача:  
90740

Назва документу: 2020-bachelor-EDD\_Opanasenko\_Ridyna\_fch

ID файлу: 1004136175 Кількість сторінок: 30 Кількість слів: 8785 Кількість символів: 66729 Розмір файлу: 148.14 KB

## 9.4% Схожість

Найбільша схожість: 5.74% з джерело <http://uapatents.com/7-102887-sistema-avtomatichnogo-kontrolyu-rivnya-ridini-v-...>

8.7% Схожість з Інтернет джерелами 28 ..... Page 32

1.82% Текстові збіги по Бібліотеці акаунту 25 ..... Page 32

## 0.41% Цитат

Цитати 2 ..... Page 33

Вилучення переліку посилань вимкнено

## 0% Вилучень

Вилучений текст відсутній

## Підміна символів

Заміна символів 15

Опанасенко Анатолій Олександр Анатолійович  
«Система автоматичного контролю параметрів технічної рідини»  
Вступ

Промислові процеси і керуючі ними пристрої складаються з чисельних і різноманітних приладів, що взаємодіють один з одним. Ці елементи пов'язані між собою для забезпечення обміну матерією, енергією і інформацією з наступним отримання кінцевого результату

Керування – це формування дій, що керують, та забезпечують потрібний режим роботи ОУ [3].

Під керуванням розуміються дії, направлені на підтримку або поліпшення роботи об'єкту керування.

В об'єкт керування надходять збурюючі дії, що викликає зміни вихідних параметрів об'єкту, які описують мету управління. Інформація про поточні показники вихідних параметрів передаються в систему керування, де вони порівнюються з опорними значеннями. В результаті порівняння формуються керуючі дії, що поступають в об'єкт управління (рис.1.1) [1, 5].

*Рис. 1.1. Схема керування об'єктом*

Об'єкт управління (об'єкт регулювання, ОУ) – це пристрій з необхідним режимом роботи, що задається ззовні.

Фізичні об'єкти управління певною мірою піддаються зовнішнім діям, які змінюють нормальний хід процесу в об'єкті. Внутрішні фактори (корозія, забруднення) також впливають на роботу об'єкта управління.

Зовнішні чинники проникають в об'єкт керування ззовні (корекція вхідних параметрів, параметрів оточуючого середовища).

*Керуюча система* – це персонал керування з автоматичними пристроями, що зв'язані завданням управління. Автоматичні пристрої у складі системи керування, за функціональними ознаками підрозділяються на контрольні, регулюючі, програмного управління, сигналізації, блокування і захисту. Також відноситься і обчислювальна техніка [2].

Пристрої контролю використовуються для збору інформації про стан об'єкту і умови функціонування. Це можуть бути окремі (дискретні) прилади, призначених для візуального контролю, або складовою частиною комплексної системи (регулювання, сигналізації і захисту).

До контролюючих входять термометри, манометри, витратоміри, рівнеміри, газоаналізатори і інші прилади. Контрольно-вимірювальні прилади (КВП) встановлюють в складі робочих приладів (локальний контроль) або на центральних щитах управління (дистанційний контроль). Останній застосовується частіше. Локальний контроль в сучасні технологічних системах використовують тільки для запуску і відлагодження устаткування[12].

Регулювання – вид керування, коли необхідно забезпечити постійність якої-небудь вихідної величини об'єкту. Пристрої регулювання призначені для утримання постійного значення параметрів роботи (стабілізуючі регулятори), а також для зміни їх за наперед заданим або невідомим законом (програмні, слідкуючі, екстремальні регулятори). До цих пристроїв інформація надходить

від ОУ про поточні значення показників. Вони впливають на систему за допомогою зворотного зв'язку.

Пристрої програмного управління служать для керування процесом шляхом комутації різних механізмів, машин, апаратів за наперед заданою програмою, що має часову залежність.

Пристрої оповіщення призначені для сповіщення робочого персоналу про настання подій в керованому технологічному об'єкті шляхом подачі звукових або світлових сигналів [9, 10].

Пристрої блокування служать для недопущення помилкового запуску, виключення устаткування і механізмів. Пристрої автоматичної зупинки призначені для запобігання аваріям. Керуюча система і об'єкт управління утворюють систему управління (взаємодіючи один з одним).

Система управління може бути локальною і централізованою. У першому випадку її монтують біля апаратів, в іншому – на відстані (диспетчерські пункти, операторські).

Автоматичне управління – це керування, що відбувається за наперед заданою програмою без участі людини.

## **1. ДЕТЕКТУЮЧІ СИСТЕМИ ТА СПОСОБИ ЗВОРТНОГО ЗВ'ЯЗКУ**

### **1.1 Методи та засоби вимірювання основних технологічних параметрів у об'ємі**

Отримання інформації про стан технологічного процесу в автоматизованих системах керування здійснюється за допомогою первинних детекторів (датчиків). Як відомо, датчики – це контрольно-вимірювальні прилади в системі керування, які збирають за допомогою чутливого елемента дані про стан технологічного об'єкту, конвертують їх у зручну форму та виділяють за допомогою підсилювача-перетворювача з подальшою передачею наступним елементам регулятора.

Номенклатура датчиків постійно змінюється в сторону поліпшення технологічних, метрологічних та функціональних показників приладів. Щорічно така тенденція на ринку засобів автоматизації збільшує темп [3, 4]. Це пояснюється появою більш досконалих зразків, що здатні задовольнити зростаючі вимоги, а також створенням сучасних систем керування технологічними процесами з використанням найновіших світових досягнень.

Розробники обладнання звертають на стандарти, інтелектуальність та ступінь інтеграції, що дає можливість спрощувати системи, автоматизувати керування та застосовувати інтелектуальне керування у інтелектуальних цифрових АСУ.

Способи формування інформації про стан об'єкта безпосередньо взаємодіючи з останнім і формують вихідний сигнал. Первинні конвертери вимірювальних даних встановлюють на об'єктах, вони поділяються на 5 базових груп:

1. Теплові, енергетичні та електричні. До них відносяться тиск, сила струму, витратність, швидкість потоку, температура та ін.
2. Звітоутворюючі. Таке як якість виробу чи фізична характеристика.
3. Властивість та сполуки у речовині.

4. Вимірювання фізичних дій (тиск, маса, доза...).
5. Кінематика.

#### 1.1.1 Методи і засоби вимірювання температури

Абсолютна температура – фізична міра, що описує такий параметр, як середня кінетична енергія молекул речовини. Зазвичай, температура вимірюється шляхом співставлення ступеня нагрітості кількох тіл завдяки використанню термометра. Вимір проводиться шляхом фіксації зміни фізичних властивостей робочої речовини у термометрі[1].

За властивостями термодинамічного тіла термометра, можна виділити наступні типи[11]:

1. Розширення робочої речовини твердого тіла.
2. Розширення робочої речовини рідкого тіла.
3. Манометричні газові.
4. Манометричні Рідинні.
5. Конденсійні.
6. Рідинні.
7. Електричні.
8. Опору речовини.
9. Монохроматичні пірометри.
10. Колірні пірометри.
11. Радіаційні пірометри.

Методи і засоби вимірювання (ЗВ) температури поділяються на контактні та безконтактні, аналогові та цифрові[7, 8].

Контактні ЗВ температури засновані на фізичному контакті вимірювального перетворювача (ВП) з контрольованим середовищем. Контактні термометри підрозділяються на термометри розширення, електричні і спеціальні. У свою чергу, термометри розширення поділяються на рідинні, біметалічні, дилатометричні і манометричні. До електричних термометрів слід віднести термометри опору (терморезистори) і термоелектричні. До спеціальних відносять різні індикатори температури [4].

##### 1.1.1.1 Термометри розширення. Рідинні скляні термометри

Коефіцієнт об'ємного розширення визначається тепловим розширенням рідини, значення якого визначається як

де:

– об'єми рідини, якою заповнений резервуар термометру при 0°C, температурах відповідно.

Чутливість термометра визначається залежить від кількох складових:

1. різниці коефіцієнтів об'ємного розширення термометричної рідини і скла;
2. об'єму резервуару і діаметру капіляра.

Вона зазвичай лежить в межах 0,4...5 мм/°C (для деяких спеціальних термометрів 100...200 мм/°C).

Для уникнення пошкоджень технічних термометрів, вони вбудовуються в металеві оправки, а нижня поглинена частина закривається металевим колпачком.

гільзою. Використовують їх для місцевого контролю температури при запуску обладнання чи відлагодженні.

#### 1.1.1.2 Термометри, засновані на розширенні твердих тіл.

До таких відносяться дилатометричні та біметалічні вимірювальники, принцип дії яких заснований на зміні лінійних розмірів робочого твердого тіла при зміні температури.

Типова конструкція *дилатометричних* термометрів наведена на Рис.1.2. Температура фіксується шляхом співставлення абсолютних значень двох стрижнів з різними коефіцієнтами термічного розширення:

де

– лінійні розміри тіла при 0°C, температурах  $t_1$  і  $t_2$  відповідно.

Окрім простих термометрах, застосовується у пристроях сигналізації температури. □

1 – трубка, 2 – стержень, 3 – стрілка, 4 – контакти

Рис. 1.2. Дилатометричний термометр

Дія *біметалічних* термометрів (рис. 1.3) заснована на деформації біметалічної стрічки при зміні температури.

Рис. 1.3. Біметалічний термометр

У більшості випадків використовуються біметалічні стрічки, зігнуті у вигляді плоскої або гвинтоподібної спіралі. Один кінець спіралі статично закріплений, другий – приєднаний до стрілки. Кут повороту стрілки дорівнює куту звивання спіралі, який пропорційний зміні температури.

Біметалічні термометри виготовляються з відносною похибкою вимірювання 1 - 1,5 % [22].

#### 1.1.1.3. Газові манометричні термометри.

Принцип дії манометричного термометра базується на фіксуванні залежності тиску зафіксованої робочої (термобаричної) речовини та температури.

Зазвичай, конструктивно складаються з капіляра, термічного балона, пружини та стрілки (рис.1.4). Така система заповнюється робочою речовиною. Зміна температури провокує зміну тиску, що фіксується на шкалі стрілкою, яка з'єднується з балоном пружиною. Переваги: лінійна шкала приладу. Недоліки: відносно великі габарити та затримка реакції (інертність).

1– термобалон , 2 – манометр, 3 – капіляр

Рис. 1.4. Газовий манометричний термометр

#### 1.1.1.4. Рідинні манометричні термометри.

Принцип дії та структура аналогічна газовим, та відмінність полягає у іншій робочій речовині – рідині (метиловий спирт, ксилол, толуол та ін.). Рідинні манометричні термометри мають рівномірну шкалу. Переваги з недоліками – аналогічні.

#### 1.1.1.5. Конденсаційні манометричні термометри.

Конденсаційні манометричні термометри (КМП) реалізують залежність пружності насиченої пари низькокиплячої рідини від температури. Робочі речовини: хлористий метил, етиловий ефір, хлористий етил, ацетон і інші. Переваги: вища чутливість. Недоліки: нелінійна залежність.

#### 1.1.1.6. Електричні термометри (термопари).

Термопари (термоелектричні перетворювачі) призначені для вимірювання температури і працюють у комплекті з мілівольтметрами і потенціометрами (рис. 1.5).

*Рис. 1.5. Схема підключення термопари*

Термопара, як правило, складається з двох різнорідних термічних елементів, металевих або напівпровідникових [4]. Принцип дії базується на термоелектричному ефекті. Є найбільш поширеним промисловим температурним детектором [6].

Конструкції відрізняються металами, в залежності від сфери застосування та діапазонів вимірів. Зустріаються диференційні термопари та термобатареї для малих або великих діапазонів, відповідно [13].

Переваги: надійність та мала ціна. Недоліки: необхідність під'єднувати дроти з матеріалу, що подібний термоелектродам термопари

Сполучні дроти для термопар виготовляються з неблагородних металів. Виняток становить хромель-алюмелева термопара, там застосовується мідь в парі з константаном.

Застосовуються наступні *градуювання термопар*:

ХК - хромель-копелеві;

ХА - **хромель**-алюмелеві;

ПП - платинородий-платинові і так далі.

Основні вимоги до термопар:

- 1) відтворюваність,
- 2) прецезійність,
- 3) висока безвідмовність,
- 4) стабільність,
- 5) широкий температурний діапазон використання.

Матеріали, найбільш часто використовувані для виготовлення термопар наведені у таблиці 1.1, градуювальні характеристика термопар – на рис.1.6.

Методи і засоби для вимірювання ТЕРС поділяють на:

1) Метод безпосередньої оцінки (за допомогою вимірювальних приладів);

2) Компенсаційний метод (за допомогою вольтметрів).

*Рис. 1.6. Градуювальні характеристики термопар*

Таблиця 1.1. Матеріали, використовувані для виготовлення термопар

Кабельні термоперетворювачі є доступними для загальнопромислового застосування в різних галузях промисловості і наукових досліджень. Прикладом таких термоперетворювачів є термоперетворювачі серії «Метран» (рис. 1.7) [18].

*Рис. 1.7. Загальний вигляд кабельної термопари*

#### 1.1.1.7. Термометри опору.

Принцип дії базується на лінійній залежності зміни опору від навколишньої температури, відношення цієї залежності визначає коефіцієнт пропорційності.

Вид функції  $R = f(t)$  залежить від властивостей матеріалу. Для виготовлення застосовуються чисті метали з наступними вимогами:

- а) метал не має окислюватися (вступати в хімічні);
- б) ТКО металу має бути значним і незмінним;
- в) функція  $R = f(t)$  має бути однозначною.

Найбільше підходять за властивостями: платина, мідь, нікель і інші.

Для вимірювання температури найчастіше застосовуються термоопори типів ТСП (платинові) і ТСМ (мідні).

Переваги: низька ціна. Недоліки: велика інерційність (до 10 хвилин).

#### **1.1.1.8. Резистивні детектори температури (РДТ, терморезистори)**

Вони виготовляються як з металів, так і з напівпровідників, хоча частіше – з платинового дроту.

опір зі зміною температури. Опір  $R$  є практично лінійною функцією температури при опорному значенні  $T_0 = 0^\circ\text{C}$  (рис. 1.8).

Відношення опору  $R$  за температури  $T$  до опорного  $R_0$  при базовій температурі  $T_0$  можна виразити як

де  $a$  – температурний коефіцієнт опору,  $b$  – позитивна або негативна постійна. Для платини  $a=0,004^\circ\text{C}^{-1}$ ,  $b=0,59 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-2}$  [11].

*Рис. 1.8. Залежність опору мідного терморезистора (RTD) і термістора від температури*

Існують РДТ для набору стандартних опорів. Найбільш часто використовуваний тип має значення 100 Ом при базовій температурі  $0^\circ\text{C}$  або 272 К (Pt-100).

Датчики РДТ мають вельми низьку чутливість, і будь-який струм ( $i$ ), використовуваний для детектування зміни опору, підвищуватиме температуру датчика, змінюючи його параметри на величину, пропорційну ( $i^2$ ). Вихідний опір, як правило, вимірюють мостовими схемами.

#### **1.1.1.9. Термістори**

Напівпровідникові терморезистори називаються термісторами.

Термістор – це температурно-залежний резистор, який виготовлюється з напівпровідникового сплаву, що має негативний ТКО і високу чутливість. Його опір має нелінійну залежність від температури:

де  $T$  – температура в градусах Кельвіна,  $R_0$  – опір при базовій температурі  $T_0$  (зазвичай 298К або 250С),  $\beta$  – постійна (зазвичай 3000 – 5000 К) [1].

Нахил кривої  $R - T$  (рис. 1.8) відповідає температурному коефіцієнту  $a$ , який у свою чергу, є функцією температури:

Значення параметра  $a$  зазвичай лежить в діапазоні від мінус 0,03 до мінус 0,06  $\text{K}^{-1}$  при 25 $^\circ\text{C}$ .

Такий прилад має кінцевий опір – виділяє тепло, яке необхідно відподити. Енергія, що виділяється в термісторі при 25 $^\circ\text{C}$ , має зазвичай порядок 0,002 мВт. При постійній розсіянні близько 1 мВт/ $^\circ\text{C}$  температура датчика підвищуватиметься на 1 $^\circ\text{C}$  (на повітрі) на кожен міліват розсіюваної потужності.

Термістори застосовуються для вимірювання температур аж до 500 -

600°C.

Переваги: дешевизна та простота. Недоліки: низька точність.

### 1.1.2. Методи і засоби вимірювання тиску і розрядження

Під тиском розуміють межу відношення нормальної складової прикладеного зусилля до площі, на яку діє зусилля.

Розрізняють абсолютний, атмосферний, надлишковий тиск і стан, що називають вакуумом.

Тиск вимірюється за допомогою манометрів і вимірювальних перетворювачів тиску (ВІТТ).

*Манометр* – це прилад для вимірювання тиску або різниці тисків з безпосереднім відліком (відображенням) їхніх значень.

Розрізняють *абсолютний* тиск  $P_a$  або *надмірний*  $P_i$ . Для параметра  $P_a$  за початок відліку береться нульовий тиск, який можна собі уявити як тиск усередині посудини після повного відкачування повітря. Технічно, досягти  $P_a = 0$  неможливо.

*Барометричний* тиск  $P_{бар}$  – тиск атмосфери, що діє на всі присутні предмети.

*Надмірним* тиском є різниця між абсолютним і барометричним тиском:  
 $P_i = P_a - P_{бар}$ .

Якщо  $P_{абс} < P_{бар}$ , то  $P_i$  називається тиском розрядження.

#### 1.1.2.1 Класифікація пристроїв для вимірювання тиску:

##### I. За принципом дії:

- 1) рідинні (визначення тиску стовпом рідини);
- 2) поршневі (визначення тиску прикладенням зовнішньою сили);
- 3) пружинні (тиск вимірюється по величині деформації пружного елемента);
- 4) електричні (заснований на перетворенні тиску в яку-небудь електричну величину).

##### II. За видом вимірюваної величини:

- 1) манометри (вимірювання надмірного тиску);
- 2) вакуумметри (вимірювання тиску розрядження);
- 3) мановакуумметри (вимірювання як надмірного тиску, так і тиску розрядження);
- 4) напорометри (для вимірювання малого надмірного тиску);
- 5) тягоміри (для вимірювання малого тиску розрядження);
- 6) тягонапорометри;
- 7) дифманометр (для вимірювання різниці тиску);
- 8) барометри (для вимірювання барометричного тиску).

За принципом дії чутливого елемента (ЧЕ) засоби вимірювання тиску поділяються на три групи:

- 1) поршневі, рідинні і засновані на прямих методах вимірювань;
- 2) деформаційні, напівпровідникові і засновані на прямих відносних методах;
- 3) термопарні, іонізаційні вакуумметри та інші прилади, засновані на непрямих методах.



**Рідинні манометри** широко застосовуються як еталонні вимірювачі для лабораторних і технічних використань. У якості робочого тіла використовуються ртуть, вода, спирт, масла.

**Мікроманометри** використовуються для вимірювання тиску, меншого ніж 100 – 200 мм водяного стовпа. Мікроманометри – це рідинний манометр з нахиленою під кутом 20...50° трубкою (рис.1.9).

*Рис. 1.9. Мікроманометр*

– висота підняття рівню рідини у вузькій трубці.  
– змірний тиск. Погрішність мікроманометрів +/- 1,5 %.

**Пружинні манометри** складаються з трубчастої пружини 1 з повідцем, зубчатого сектора 3 і шестерні 4 з прикріпленою до неї стрілкою 2 (рис.1.10) [1,4,7].

*Рис. 1.10. Пружинний манометр*

При збільшенні тиску трубчаста пружина прагне розігнутися, внаслідок чого вона через повідець починає діяти на зубчатий сектор, відхиляючи стрілку.

Широке застосування одержали **деформаційні манометри** з одновитковою трубчастою пружиною. Вони встановлюються безпосередньо на технологічному устаткуванні (по місцю) або дистанційно (на щитах). Діапазон вимірювань деформаційних манометрів становить від 10 Па до 2 ГПа, клас точності – від 0,25 до 4,0. При вимірюванні відносно невеликих тисків (менше 1МПа) використовують мембранні манометри, які містять гофровану мембрану, герметично закріплену між фланцями, клас точності від 0,15 до 2,5.

**Електромагнітні перетворювачі**, що використовуються в системах передачі сигналів, поділяються на індуктивні, трансформаторні та магнітопружні.

**Індуктивні перетворювачі** (рис. 1.11) широко застосовуються для вирішення завдань АСУ ТП. Проектуються з нормально розімкненим або нормально замкнутим контактом.

Фіксує тиск за рахунок зміни амплітуди коливань генератора при внесенні до активної зони датчика металевого, магнітного, ферро-магнітного або аморфного матеріалу певних розмірів.

*Рис. 1.11. Індуктивний датчик*

Основні вузли датчика виконують наступні функції: генератор утворює електромагнітне поле для взаємодії з об'єктом; тригер перетворює аналоговий сигнал у логічний; підсилювач збільшує амплітуду сигналу до потрібного значення, індикатор показує стан вимикача; компаунд забезпечує необхідний ступінь захист, корпус забезпечує монтаж датчика.

Звичайно використовується диференціальна схема включення індуктивних перетворювачів, що розширює лінійну ділянку статичної характеристики і підвищує чутливість приладу.

### 1.1.3 Методи і засоби вимірювання витрати

Вимір витрати має велике значення для промисловості. Вимірювання витрати оснований на фізичних властивостях робочої рідини, пов'язаних або з масою, або з об'ємом. У разі однорідної рідини, що не стискається, ці два показники зв'язані через щільність рідини [1, 3]:  
де  $m$  – маса;  $\rho$  – щільність;  $V$  – об'єм.

Проте, багато рідин, застосованих в промисловості, не мають постійної щільності, або її важко визначити (сира нафта).

*Кількість речовини* виражається в одиницях об'єму або маси (тобто в м<sup>3</sup> або кілограмах). Об'єм рідини з одним ступенем точності може бути змірянний і об'ємним, і масовим методами, об'єм газу – виключно об'ємним. Для твердих і сипких речовин застосовують поняття насипної або об'ємної маси, яка залежить від гранулометричного складу сипкої речовини. Для прецизійних вимірювань кількість сипкого матеріалу визначається вагами.

*Витратою речовини* називається кількість речовини, що проходить через даний перетин трубопроводу в одиницю часу.

Розрізняють об'ємну і масову витрату речовини. Масова витрата вимірюється в кг/с, об'ємна – в м<sup>3</sup>/с.

Пристрої, що вимірюють витрату, називаються **витратомірами**. Такі пристрої можуть мати у своєму складі лічильники (інтегратори), тоді вони називатимуться витратомірами-лічильниками. Ці пристрої дозволяють визначати витрату і кількість речовини.

## 1.2 Типові способи регулювання, які застосовують в лінійних САУ.

### 1.2.1 Пропорційний спосіб регулювання.

Рівняння пропорційного способу: .

Функція пропорційного способу регулювання: .

Відповідно до приведеного вище виразу, керувальний вплив, у статичному та динамічному режимах роботи пропорційний сигналу похибки (шуму) й тому цей спосіб називається пропорційним, а об'єкт - П-регулятор.

Збільшення параметра настроювання - коефіцієнта передачі підвищує точність і швидкість системи, однак погіршує стійкість.

### 1.2.2 Інтегральний спосіб регулювання.

Рівняння інтегрального способу:

або

Передатна функція інтегрального способу регулювання:

При інтегральному способі регулювання керувальний вплив у кожен момент часу є пропорційним інтегралу від сигналу похибки (шуму). Тому І-Регулятор реагує переважно на тривалі відхилення керованого параметра від заданого значення - **повільний спосіб управління**. Короткочасні відхилення усереднюються цим регулятором. Характерною рисою цього способу є те, що керувальний вплив змінюється доти, поки похибка не буде нівельована, стане рівна нулю. Такий спосіб управління забезпечує астатизм у приладі зі

статичним об'єктом, тобто нульову постійну помилку при сталих впливах. Недоліком способу є погіршення властивостей системи в перехідних режимах: погіршується швидкодія й виникає коливальність.

### 1.2.3 Пропорційно-інтегральний спосіб регулювання.

Рівняння пропорційно – інтегрального способу:

Передатна функція пропорційно – інтегрального способу регулювання:

Цей спосіб найчастіше застосовується в промисловій автоматичі. Він забезпечує астатизм у приладах. Завдяки наявності інтегральної складової ПД-регулятор реалізовує високу точність у статичному режимі, а при конкретних співвідношеннях коефіцієнтів  $K_p$  і  $T_i$  забезпечує стабільну якісну роботу при перехідних процесах. Керуючі пристрої, що реалізують таким способом, мають два настроюваних параметри - коефіцієнт передачі  $K_p$  і постійну часу інтеграції  $T_i$ .

### 1.2.4 Пропорційно-диференціальний спосіб регулювання.

Рівняння пропорційно - диференціального способу:

Передатна функція пропорційно – диференціального способу регулювання:

ПД-регулятор спрацьовує на на величину сигналу помилки і швидкість її зміни. Завдяки цьому при застосуванні цього способу досягається попереджуючий ефект керування. Дія даного способу така ж, як і при введенні в систему ланки, що прискорює.

Диференційна дія описується швидкістю зміни похибки керування. Отже, це - **швидкий спосіб управління**, що, в результаті зникає при наявності постійних похибок. Цей спосіб іноді визначають як **ПРОГНОЗУЮЧИЙ**, через його залежність від тенденції зміни помилки. Недоліком розглянутого способу, що диференціює, є його тенденція формувати посилені керуючі сигнали у відповідь на високочастотні сигнали похибки - похибки, викликані змінами початкових умов або шумом виміру. Його використання вимагає реалізованої передатної функції, тому на практиці до диференціювання додається полюс.

### 1.2.5 Пропорційно-інтегрально-диференціальний спосіб регулювання.

Рівняння пропорційно - інтегрально - диференціального способу:

Передатна функція пропорційно - інтегрально - диференціального способу регулювання:

Найбільш гнучкий спосіб керування, ефективний при управлінні складними об'єктами.

Для підвищеної точності керування використовуються поєднані попереднього розглянуті способи, з вибором налаштовуваних параметрів - коефіцієнтів передавання й сталих часу:

- коефіцієнти пропорційної, інтегральної й диференціальної складових;
- передавальні коефіцієнти регулятора;
- сталі часу інтегрування;
- сталі часу диференціювання.

Параметри різних способів керування зв'язані між собою рівняннями: Диференціальна складова у розглянутих способах керування (ПД, ПІД) представлена у вигляді ідеалізованої диференціюючої ланки. Її створення вимагає реалізації функції передачі, тому до диференціювання додається ПОЛЮС:

У випадку відсутності якихось обмежень, додаткова стала часу підбирається для задоволення умови:

Чим менше цей параметр, тим більше допустимий діапазон частот, де реальне диференціювання підвищує точність.

Базовий аргумент вибору

, крім задоволення вимог належних фізично прогнозованих характеристик регулятора, зменшення шуму з високими частотами. Ця умова показана на рисунку, де реальне диференціювання гарне, наближає точне диференціювання на частотах до

рад/с, однак це призводить до обмеження підсилення амплітуди на більш високих частотах. Однак точне диференціювання не має обмежень до посилення (див. Рис. 1.11).

Рис. 1.11 Залежність шуму (завад) від частоти

Оскільки було показано необхідність у

, тобто як необхідний відхід від суто диференціальної дії, ледь не у всіх промислових регуляторах, де один раз налаштовують

як фіксовану частку

, і не розцінюють її як певний незалежний параметр проектування.

Однак з часом тенденція змінилась, додаткова постійна часу диференціації стала важливим ступенем волі, доступної інженеру-проектувальникові.

Треба бути обережним при використанні правил настроювання ПІД-регулятора, тому що є різні варіанти параметризації (завдання параметрів):

Рівняння (1) називають стандартною формою. Альтернативна, послідовна форма представлена рівнянням (2), паралельна форма - рівнянням (3).

### 1.3 Висновок

На сьогодні існує велика кількість способів визначення параметрів речовини. Зокрема, для вимірювання температури їх біля десятка. Однак не кожен може підійти із-за невідповідності технологічним параметрам процесу (надмірне споживання енергії і громіздкість). Найбільш часто використовуваним у електроніці є термопари, що здатні працювати з переважною більшістю відомих мікроконтролерів. Зокрема, пропорційно-диференціально-інтегральними.

## 2. ОПИС СИСТЕМИ АВТОМАТИВНОГО КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ РІДИНИ

### 2.1 Структура

Система автомативного контролю рівня наповненості резервуарів з дискретною автодіагностикою містить два датчика, арифметичний блок,

опорне джерело напруги, суматор, перший та другий блоки обчислення модуля, диференціальний блок, керувальний ключ, елемент порогового спрацювання, лічильник імпульсів, блок візуалізації обробленої інформації, датчик фіксованого рівня та блок ділення (див. Рис 2.1.).

Рис. 2.1. Креслення схеми функціональної

## 2.2 Переваги над аналогами

Існують системи для вимірювання температури та автомативного контролю рівня рідких та сипучих середовищ в резервуарах широкого призначення, в яких за допомогою датчиків рівня (ємнісних, ультразвукових, поплавкових т ін.), датчиків тиску або термочутливих елементів визначається поточне значення рівня заповненості робочого середовища. В подібних системах контролю або контролю і керування, відбувається реєстрація відповідних сигналів, що вказують на поточні значення рівня розчину у визначеному (конкретному) резервуарі, і з тим обробляються та візуалізуються у зручній для користувача формі. Як приклад, можна привести існуючу систему для реалізації способу вимірювання щільності та наповненості рідиною об'єму [22]. До складу приведеної системи інтегровано два гідростатичних датчики тиску, які встановлені на зафіксованій відстані один від одного по координаті Oz резервуара, а також електронні блоки різного призначення, які реєструють значення тиску першого датчика в момент переходу рідиною рівня другого датчика та на основі цього визначеного в певний момент часу тиску і значення відстані між датчиками вираховують щільність та рівень рідини в робочому об'ємі. Однак, ця система має наступні проблеми:

- недостатня надійність та точність визначення рівня рідини через відсутність можливості здійснення автодіагностичних перевірок справності датчиків;
- дороговизна у обслуговуванні, оскільки діагностику необхідно проводити в ручному режимі, з необхідністю спустошення резервуарів та часткового розбирання для демонтажу встановлених по висоті резервуара;
- недостатня інформативність системи через відсутність екрану візуалізації поточного стану датчика.

Іншим технічним рішенням може бути система, яка застосовується для здійснення автоматичного контролю рівня і щільності розчину у випарному апараті [23]. Приведена система автомативного контролю рівня і щільності двох датчиків рівня, встановлених у сепараційному просторі випарника на зафіксованій відстані один від одного, та арифметичний блок, який неперервно реєструє електричні сигнали, що надходять, обчислює поточне значення різниці між даними сигналами. На підставі отриманих даних розраховується щільність.

Однак, і така система має недоліки:

- Точність та надійність не високі, відсутність самодіагностики у автоматичному режимі;
- дороговартісне обслуговування, необхідні кілька періодичних діагностичних перевірок справності

- недостатня інформативність системи через відсутність екрану з відображенням поточного значення рівня.

Позитивною стороною проекрованої моделі є підвищення надійності системи автоматичного контролю рівня рідини в робочому просторі за рахунок можливості автодіагностики датчиків в автоматичному режимі та удосконалення системи за рахунок заміни другого вимірювача на дискретний датчик фіксованого рівня, який встановлений по висоті робочого простору над першим вимірювачем, та впровадження джерела опорної напруги, суматора, двох блоків обчислення модуля, диференціального блока, ключа з керуванням, порогового елемента, лічильника імпульсів та блока візуалізації конвертованої інформації, що дозволить поліпшити надійність та прецизійність вимірювання з виключенням необхідності періодичних діагностичних перевірок справності.

Схемотехнічна реалізація такої системи автоматичного контролю рівня технічної рідини в резервуарах з двома вимірюваними параметрами дозволяє з достатньо високою прецизійністю визначати та візуалізувати поточне значення рівня рідини в резервуарах та температуру за допомогою арифметичного блока та блока відображення обробленої інформації на основі електричного сигналу, що надходить від датчика рівня та датчика температури, а також періодично здійснювати автодіагностику вищевказаних датчиків та інших логічних елементів системи. Водночас суттєво підвищується точність, час напрацювання на відмову та інформативність, а також знижується вартість її обслуговування системи.

На Рис. 2.1. наведено креслення функціональної схеми системи, де прийнято наступні позначення: 1 - датчик температури (перший вимірювач); 2 - арифметичний блок з опорним джерелом напруги 3 та блок ділення 4; 5 – пристрій опорної напруги; 6 - суматор; 7, 8 - блоки реєстрації значення модуля вхідного сигналу; 9 - датчик фіксованого рівня (другий вимірювач); 10 - диференціальний блок; 11 - керувальний ключ; 12 – елемент з пороговою напругою; 13 - лічильник імпульсів; 14 - блок візуалізації обробленої інформації; - вихідний електросигнал датчика рівня рідини; \_- вихідний електросигнал додаткового джерела опорної напруги 3, що відповідає добутку значень щільності робочої рідини  $\rho\rho$  та прискорення вільного падіння  $g$ ;

- вихідний електросигнал арифметичного блока 2, відповідний поточному значенню рівня рідини в резервуарі;

- вихідний електросигнал джерела опорної напруги 5, відповідний фіксованому значенню рівня по висоті резервуара, на якому встановлений датчик;

- різниця вихідних електричних сигналів джерела 50 опорної напруги 5 та арифметичного блока 2;

- вихідний сигнал диференціального блока 10;

- вихідний електричний сигнал порогового елемента 12;

- загальна кількість самотестувальних процедур системи (вихідний сигнал лічильника 13).

При попередній ініціалізації системи, перший 1 та другий 9 датчики встановлені у робочому об'ємі резервуара на фіксованій відстані один від одного, причому другий 9 датчик встановлений по висоті резервуара над першим 1. Вхід арифметичного блока 2 під'єднаний до виходу першого датика 1, а вихід - до першого входу блока візуалізації обробленої інформації 14 та інверсного входу суматора 6. Арифметичний блок 2 містить вторинне джерело напруги 3 та блок ділення 4. Перший вхід та вихід блока ділення 4 з'єднані, відповідно, з входом та виходом арифметичного блока 2, а другий вхід - з виходом джерела опорної напруги 3. Прямий вхід суматора 6 з'єднаний з виходом джерела опорної напруги 5 і сигнальним входом дискретного датчика фіксованого рівня рідини 9. Вихід суматора 6 через перший блок обчислення модуля 7 підключений до інформаційного входу керованого ключа 11. Сигнальний вихід дискретного датчика фіксованого рівня 9 через послідовно з'єднані диференціальний блок 10 та другий блок обчислення модуля 8 підключений до керувального входу керованого ключа 11. Вихід керованого ключа 11 з'єднаний з входом порогового елемента 12, входом лічильника імпульсів 13 та другим входом блока відображення обробленої інформації 14. Третій вхід блока відображення обробленої інформації 14 підключений до виходу порогового елемента 12, а четвертий вхід - до виходу лічильника імпульсів 13. Блок відображення обробленої інформації 14 виконано чотириканальним з забезпеченням можливості відображення поточного значення рівня рідини в резервуарі, похибки вимірювання рівня рідини першим вимірювачем, загальної кількості самотестувальних процедур між вимірювачами та сигнальної інформації про несправність першого вимірювача при перевищенні максимально допустимого значення похибки вимірювання рівня рідини.

### 2.3 Принцип дії

Розглянута система працює наступним чином.

Датчик рівня рідини 1 визначає поточне значення заповненості об'єму на дні резервуара та формує на виході відповідний електричний сигнал.

Вторинне джерело опорної напруги 3 арифметичного блока 2 формує на виході електросигнал

- , що є показником рівня робочої рідини
- . Показник даного електричного сигналу на виході додаткового джерела опорної напруги 3 попередньо встановлюється оператором системи автоматичного контролю рівня в залежності від значення щільності робочої рідини
- . Арифметичний блок 2, за допомогою функціоналу блока ділення 4 розраховує поточний рівень рідини в резервуарі
- , формує на своєму виході відповідний значенню рівня електричний сигнал
- і передає його на перший вхід блока відображення обробленої інформації 14 та на інверсний вхід суматора 6. При цьому сигнал
- , що відповідає поточному значенню рівня рідини
- , у резервуарі, формується на 30 виході блока ділення 4 і, відповідно, на виході арифметичного блока 2, згідно з залежністю

Джерело опорної напруги 5 формує на виході електричний сигнал

- , що відповідає фіксованому значенню рівня
- , на якому встановлений дискретний датчик рівня рідини 9, та передає його на прямий вхід суматора 6, а також на сигнальний вхід дискретного датчика фіксованого рівня рідини 9. Суматор обчислює різницю електричних сигналів
- джерела опорної напруги 5 та арифметичного блока 2, значення якої надходить на вхід першого блока обчислення модуля 7. Вихідний сигнал першого блока обчислення модуля 7, що відповідає значенню похибки вимірювання рівня
- гідростатичним датчиком тиску 1, в свою чергу, надходить на інформаційний вхід керованого ключа 11.

При включенні (спрацьовуванні) дискретного датчика фіксованого рівня рідини 9 (в момент досягнення рівня рідини

- ) вихідний електричний сигнал
- джерела опорної напруги 5 через закорочені електричні контакти датчика 9 подається на диференціальний блок 10, який формує на виході позитивний імпульсний електросигнал
- . Якщо наявний рівень рідини у об'ємі знижується відносно фіксованого рівня
- , контакти розходяться 9, а електросигнал



джерела опорної напруги 5 водночас перестає надходити на диференціальний блок 10. Диференціальний блок 10 в цей момент часу формує на своєму виході негативний (від'ємний) імпульсний електросигнал -

. В результаті, в обох випадках (при закорочуванні і при розмиканні електричних контактів датчика рівня рідини 9) відповідний додатній або від'ємний імпульсний електросигнал

з виходу диф. блока 10 надходить на вхід другого блока обчислення модульного значення сигналу 8. При цьому на виході другого цього блока формується відповідний позитивний імпульсний сигнал

, що подається на керувальний вхід ключа 11. Водночас, ключ 11 закорочується, і електросигнал

надходить на другий вхід блока візуалізації 14, а також на входи порогового датчика 12 і лічильника імпульсів 13. Цей електросигнал має імпульсну форму та по абсолютній амплітуді відповідає значенню похибки визначення рівня

1. Пороговий елемент 12 при потраплянні на його вхід імпульсного електросигналу

спрацьовує тільки за умови перевищення цим сигналом критичного значення

, яке відповідає максимально допустимому значенню похибки реєстрації рівня

рідини датчиком 1. Попереднє налаштування порогового елемента 12 відбувається згідно з його статичною характеристикою

Виходить, в системі реалізується процес самотестування першого датчика 1, а поява на виході порогового елемента 12 імпульсного електросигналу

, який потім подається на третій вхід 15 блока візуалізації 14, відповідає несправності датчику рівня рідини 1. Лічильник імпульсів 13 в процесі багатократного самотестування першого датчика 1 накопичує кількість імпульсів

, що надходять з інформаційного виходу ключа 11, та передає дану інформацію на четвертий вхід блока візуалізації 14.

Значення вихідної напруги

джерела опорної напруги 5 та критично допустиме значення вхідного сигналу

на пороговому елементі 12 налаштовується попередньо людиною-оператором системи в залежності від базового значення рівня

, на якому встановлений датчик температури 9, та максимально допустимого значення похибки реєстрації рівня рідини

датчиком тиску 1.

Блок візуалізації інформації 14 має чотири інформаційних канали, через які вона потрапляє від датчику рівня рідини 1, першого блока обчислення модуля сигналу 7, порогового елемента 12 та лічильника імпульсів 13. Людино- машинний інтерфейс блока візуалізації конвертованої

інформації 14 в процесі функціонування системи демонструє поточне значення рівня рідини в резервуарі  
, значення похибки вимірювання рівня рідини  
гідростатичним датчиком тиску 1, загальну кількість проведених самотестувальних процедур  
між датчиками 1 та 9 в зручній для людини-оператора формі. Крім того, при перевищенні максимального значення похибки вимірювання і відповідному спрацьовуванні порогового елемента 12 блок відображення конвертованої інформації 14 формує для оператора системи сигнальну інформацію про серйозну несправність датчика 1.

#### 2.4 Висновок

Таким чином, в приведеній системі автомативного контролю рівня технічної рідини щоразу при збільшенні чи зменшенні рівня заповнення робочого об'єму, зокрема, при переході рівня рідини через фіксоване значення

та спрацьовуванні датчика 9 (замикання/розмикання контактів), відбувається самотестування справного стану роботи датчику рівня рідини 1 та передача показників на обробку. Аналогічно відбувається і з датчиком температури 9.

### 3. РОЗРАХУНОК ЕЛЕМЕНТНОЇ БАЗИ

#### 3.1. Складові частини схеми електронного блоку системи автоматичні контролю параметрів рідини

Структурна схема АСК, складається з 10-х блоків.

- Потенціометри
- ПК
- ПЛК
- Вхідний контур (АЦП)
- Підсилювач вхідного контуру
- Вихідний контур (ЦАП)
- Підсилювач вихідного контуру
- Датчик температури
- Аварійні датчики
- Електромагнітний клапан
- Датчик рівня рідини

За допомогою потенціометрів відбувається встановлення коефіцієнтів для ПІД регулятора в місцевому режимі.

ПК слугує для вводу значень ПІД регулятора в дистанційному режимі та контролю і моніторингу установки.

ПЛК виконує програму задану оператором та керує усіма вузлами установки.

Модуль вхідного контуру (АЦП) перетворює аналогові сигнали на цифрові та передає їх ПЛК.

Підсилювач вхідного контуру – узгоджуюча плата, перетворює аналоговий сигнал в напругу в діапазоні 0-10В.

Модуль вихідного контуру (ЦАП) – перетворює цифрові сигнали в аналогові та передає їх ПЛК.

Підсилювач вхідних контурів – узгоджуюча плата, перетворює цифровий сигнал в напругу в діапазоні 0-10В.

Датчик температури вимірює температуру рідини та передає значення на ПЛК, слугує зворотнім зв'язком для ПЛК.

Датчик рівня вимірює заповненість резервуара рідиною, передає дані на ПЛК для наступного регулювання положення електромагнітної заслінки.

Аварійні датчики розміщені на установці та попереджають аварійні ситуації такі як: перегрів (відсутність води), струму на нагрівачі, порушенні ізоляції (пробой), знятті кожуха обладнання та ін.. Використовують дискретні входи ПЛК.

Електромагнітний клапан – пристрій для дозованого напуску рідини.

### **3.2. Вибір та обґрунтування окремих елементів системи автоматичного оновлення**

#### **3.2.1. ПЛК**

Програмований логічний контролер Рис. 3.1 ОВЕН ПЛК100 застосовується у автоматичних системах керування технологічним обладнанням в енергетичній галузі, для колійного та монорельсового транспорту, в різних областях промисловості, будівельного та сільського господарства, у небезпечних промислових цехах.

Логіка роботи ПЛК100 задається користувачем (обслуговуючим персоналом) в процесі програмування контролера. Це здійснюється за допомогою системи програмування CoDeSys 2.3.8.1 або її старшого аналога.

Основним критерієм вибору промислового контролера “ОВЕН ПЛК-100” стало співвідношення ціна/якість.

Рис. 3.1 ОВЕН ПЛК-100

.Таблиця 3.1 - Основні технічні характеристики контролера ПЛК100

Основні технічні характеристики, параметри вхідних сигналів і опис інтегрованих вихідних елементів контролера ПЛК100 приведені в таблиці 3.1

#### **3.2.2. Вхідний контур**

Застосовується для конвертації вимірювальних вхідних аналогових сигналів в цифрові дані і наступної їх передачі в мережу RS-485.

Використовується у конструюванні автоматизованих систем збору даних різного призначення. Рис. 3.2

Аналогові входи приладу можуть працювати в наступних режимах:

- Вимірювання струму в діапазоні від 4 до +20 мА;
- Вимірювання струму в діапазоні від 0 до +20 мА;
- Вимірювання струму в діапазоні від 0 до +5 мА;
- Вимірювання напруги в діапазоні від 0 до +10 В.

Основним критерієм вибору “ОВЕН МВ-110” стало співвідношення ціна/якість.

Рис. 3.2. ОВЕН МВ-110

Технічні характеристики приладу

Прилад забезпечує вимірювання наступних уніфікованих сигналів відповідно до ГОСТ 26.011-80:

- Струм від 4 до 20 +мА;
- Струм від 0 до 20 +мА;
- Струм від 0 до 5 +мА;
- Напруга від 0 до +10 В.

Прилад працює в мережі PC-485 по протоколах ОВЕН, Modbus-RTU, Modbus-ASCII, DCON..

Прилад має наступні групи гальванічно ізольованих ланцюгів:

- Ланцюги живлення приладу;
- Ланцюги інтерфейсу RS-485;
- Вихідні ланцюги вбудованого джерела постійної напруги +24 В (для МВ110-220.8АС);
- Ланцюги вимірювальних входів;

Електрична міцність ізоляції всіх груп ланцюгів, виключаючи групу ланцюгів живлення, відносно один одного - 750 В, щодо групи ланцюгів живлення - 3000 В.

Пристрій не є Майстром мережі, тому мережа PC-485 повинна включати його на периферії. Наприклад, ПК із запущеною програмою SCADA-системи, контролер або регулятор.

Іншим способом моду буви надання безкоштовного OPC-драйвера з бібліотекою стандарту WIN DLL. Такі методи рекомендується використовувати при застосуванні з SCADA-системам і контролерам інших виробників.

Конфігурування приладу збирається на ПК через адаптер інтерфейсу PC-485/RS-232 або RS-485/USB (наприклад, ОВЕН АС3-М або АС4) з використанням програми «Конфігуратор М110», яка йде у комплекті.

### 3.2.3. Вихідний контур

Прилад призначений для перетворення цифрових сигналів, переданих по мережі PC-485, у аналоговий сигнал (імпульс) від 0 до 10 В задля керування виконавчими приладами або для передачі сигналів приладів реєстрації та самописцям. Рис 3.3.

Основним критерієм вибору “ОВЕН МУ-110” стало співвідношення ціна/якість.

Рис. 3.3. ОВЕН МУ-100

Технічні характеристики пристрою

МУ110 працює в мережі PC-485 по протоколах ОВЕН, Modbus-RTU, Modbus-ASCII, DCON.

Пристрій не є Майстром мережі, тому мережа PC-485 повинна включати його на периферії. Наприклад, ПК із запущеною програмою SCADA-системи, контролер або регулятор. В якості майстра мережі можуть

використовуватися прилади ОВЕН ТРМ151, ТРМ133, контролери ОВЕН ПЛК і т.п.

До МУ110 надається безкоштовний OPC-драйвер і бібліотека стандарту WIN DLL, які рекомендується використовувати при підключенні приладу до SCADA-системам і контролерам інших виробників.

Конфігурування МУ110 здійснюється за допомогою ПК через адаптер інтерфейсу RS-485/RS-232 або RS-485/USB (наприклад, ОВЕН АС3-М або АС4, відповідно) за допомогою програми «Конфігуратор М110», що входить в комплект поставки.

#### 3.2.4. Датчик температури

Аналоговий датчик температури ТМР36 (Рис. 3.4.).

Основним критерієм вибору стало співвідношення ціна/якість. Характеристики наведені у додатку В

Рис. 3.4. Датчик температури ТМР36

Застосування:

- Частотно-регульований привід змінного струму
- Перетворювачі для приводу постійного струму
- Системи керування роботою акумуляторних батарей
- Джерела безперебійного живлення
- Програмовані джерела живлення
- Джерела живлення для зварювальних агрегатів.

Технічні характеристики:

- Номінальний вхідний струм – 50 мА
- Робоча напруга – 2.7-5.5 В
- Діапазон виміру температури від -40 до +125 °С
- Величина навантажувального резистору – 0-210 Ом
- Номінальний аналоговий вихідний струм – 25 мА
- Коефіцієнт перетворення – 10 мV/°С
- Струм споживання – 15 мкА

#### 3.2.5 Датчик рівня рідини

Рис. 3.5. Датчик рівня рідини SHR-1-N ELKO EP

Було вирішено використати аналоговий SHR-1-N ELKO EP, як один з простих та практичних рішень.

Технічні характеристики:

- Вага – 0.02 кг
- Робоча напруга – 2.7-5.5 В
- Діапазон робочої температури от 0 до + 120 °С
- Поперечне січення під'єднувальних провідників – 0.5-2.5 мм<sup>2</sup>
- Номінальний аналоговий вихідний струм – 25 мА
- Струм споживання – 0.05 мкА

### 3.3. Технічний опис та розрахунки, необхідні для побудови електронного блоку АСР

Електрична схема системи автоматичного керування складається з датчика температури, підсилювача (калібратора) сигналу з датчика температури, аналого-цифрового перетворювача, ПІД-регулятора, створеного на базі мікроконтролера ПЛК-100, цифро-аналогового перетворювача, обмежувача максимального струму електромагнітного клапана, підсилювача сигналу керуючої дії та котушки електромагнітного приводу електромагнітного клапана потоку.

В якості датчика струму електронних заземлених детекторів зазвичай використовують резистор з малим опором, який включають на ланці з низькою напругою, схеми системи живлення детектора між клемою джерела живлення та корпусом установки. Такий прилад є малокоштовним та досить простим у практичному застосуванні. Проте має кілька недоліків. Як то наявність гальванічного зв'язку між схемою управління та корпусом пристрою чи залежність опору датчика від температури схеми.

Більш ефективним є датчик температури, який працює на ефекті Пельтьє. Такий датчик встановлюють поблизу детектора. Він є гальванічно розв'язаним від джерела живлення, що збільшує стабільність роботи детектора та цілому роботу системи автоматичного керування струмом. Проте не задовільняє вимоги по амплітуді сигналу з вихідною потужністю, що потребує додаткового підсилення та конвертації у формат для використання даних у мікроконтролері.

Для розробленої системи автоматичного керування струмом, вибрано датчик, який працює на базі ефекту Пельтьє, ТМР36, і здійснює перетворення вхідних струмів: постійного, змінного, імпульсного та інш. в пропорційний вихідний струм з гальванічною розв'язкою між вхідним (силовим) та вихідним (вимірювальним чи регулюючим) електричними ланцюгами.

Калібратор сигналу з датчика струму детекторі зібраний на підсилювачі напруги U1A з регулюємым коефіцієнтом підсилення та підсилювачем струму U1B. Регулювання амплітуди сигналу, що поступає на вхід мікроконтролера може здійснюватись в широкому діапазоні за допомогою потенціометра XS1. R1 є резистором навантаження для температури, а конденсатор C1 та стабілітрон VD1 забезпечують обмеження струму ТЕНу при перегріві.

Мікроконтролер ПЛК-100 виконує функцію ПІД-регулятора в системі автоматичного регулювання струму нагрівника. При цьому налаштовувані параметри системи контролю визначаються шляхом її комп'ютерного моделювання та задаються за допомогою сенсорного екрану мікроконтролера, вмонтованого на передній панелі електронного блоку керування. Оптимальне налаштування параметрів ПІД-регулятора здійснюється безпосередньо при роботі системи на конкретній установці з заданими температурними характеристиками.

Обмежувач струму фактично є обмежувачем пропускної здатності клапана, що розширює можливості адаптування системи автоматичного керування струмом до різних за характеристиками систем.

Величина максимального струму електромагнітного клапана рідини визначається розрахунковим шляхом при комп'ютерному моделюванні системи автоматичного керування струмом ОУ, та корегується при налаштуванні роботи системи керування на конкретному обладнанні.

Необхідно відзначити, що обмеження струму здійснюється по сигналу з датчика температури. Тобто при зміні величини активного опору котушки електромагніту, що має місце при його нагріванні, струм ОУ не зміниться.

Обмежувач струму ТЕНа зібраний на мікросхемі LM358N і містить в собі суматор сигналів U1A та підсилювач U2B.

При роботі схеми сигнал керуючої дії з мікроконтролера поступає на неінвертуючий вхід U1A, далі на підсилювач потужності VT1, VT2, і після цього подається на електромагнітний клапан.

При цьому сигнал з датчика температури  $U_{д.т.}$  поступає на диференційний підсилювач U2B, де порівнюється з сигналом  $U_{зад.}$  з датчика XS1, який встановлено у відповідності до необхідної величини. При роботі системи керування в діапазоні низьких потоків рідини, коли сигнал з датчика контролю рівня заповненості рідини менший за критичний, на виході U2B маємо напругу негативної полярності, яка завдяки VD1 не поступає на інвертуючий вхід U1A і сигнал керуючої дії вільно проходить на підсилювач потужності. У випадку, коли  $U_{д.н.} > U_{зад.}$  на інвертуючий вхід поступає сигнал позитивної полярності, який обмежує струм з U1A.

Технічні дані елементної бази, що використовується в системі автоматичного керування взяті з довідкової літератури та технічних описів виробників.

Виходячи з технічних даних на датчик температури TMP36 обираємо величину резистору навантаження  $R1 = 200 \text{ Ом}$ . Максимальний струм термореле в усталеному режимі становить 1 А. Тоді максимальна амплітуда вихідного сигналу в усталеному режимі  $U_{д.мах}$  визначимо з формули

- коефіцієнт перетворення датчика,
- максимальний струм в усталеному режимі.

Не зважаючи на малу амплітуду вихідного сигналу з датчика (0,1 В) ми знаємо, що при зниженні рівня рідини можливий перегрів. Тому для захисту активних елементів схеми електронного блоку паралельно датчику встановлено схему C1, R4, DD1, що обмежує максимальну амплітуду вихідного сигналу.

Стабілітрон DD1 розрахований на обмеження амплітуди сигналу на рівні 7 В. Тоді баластний опір при струмі через стабілітрон  $I_{ст.} = 3 \text{ мА}$  буде

становити

кОм

Враховуючи, що внутрішній опір датчика температури  $R_{дв} = 150 \text{ Ом}$ , виберемо найближчий стандартний номінал  $R4 = 2,4 \text{ кОм}$ .

На вхід мікроконтролера повинен поступати калібрований сигнал з датчика температури 0 – 3.4 В, який буде відповідати температурі в діапазоні -40 – 125 °С . Для підсилення сигналу з датчика по амплітуді застосуємо підсилювач сигналу на операційному підсилювачі U1A. При цьому коефіцієнт підсилення повинен бути регульованим для можливості точного налаштування і становити

Сигнал керуючої дії з мікроконтролера через цифро-аналоговий перетворювач поступає на неінвертуючий вхід U1A і далі на підсилювач потужності VT1, VT2. Обмеження струму ТЕНа відбувається, коли сигнал з датчика температури стає більшим сигналу з задатчика. Джерело напруги задатчика являє собою параметричний стабілізатор DD1, R7 та дільник напруги R10, XS1. Баластний опір R7 визначається за формулою

- де  $U_{дж}$  – напруга джерела живлення;  
- напруга стабілізації,  
- номінальний струм стабілізації.

кОм

Опір R4 слугує для обмеження максимального струму U1A при виході з ладу VT1, VT2.

кОм

Підсилювач сигналу повинен забезпечувати необхідний струм через електромагнітний клапан і при цьому видавати потужність на колекторі VT2 рівну

- напруга та струм електромагнітного клапана при роботі в режимі максимальної пропускної здатності.

Знаючи, що максимальний короткочасний струм через котушку електромагнітного клапана допускається 1 А, визначимо, яким повинен бути загальний коефіцієнт підсилення струму транзисторної збірки VT1, VT2.

Враховуючи, що коефіцієнт  $\beta$  кожного транзистора не менше 20 ( $20 \times 20 = 400$ ), то збірка VT1, VT2 влаштовує нас по загальному коефіцієнту підсилення струму.

Потужність, що буде виділятися на VT2

Вт

Максимальна потужність транзистора KT815A з тепловідведенням складає 10 Вт, тобто транзисторна збірка VT1, VT2 влаштовує нас по максимальних вихідних параметрах.

Для живлення елементів схем рис.3.1 та рис. 3.2 доцільно вибрати стандартні джерела живлення, що розповсюджені в торговій мережі.

Для схеми рис. 3.1 необхідне двополярне джерело живлення +15В, -15В, що забезпечує вихідний струм

де

- струм датчика температури;  
- струм мікросхеми LM358N.

Максимальний струм, який може споживати мікросхема LM358N може становити 12 мА  $\times 2 = 24$  мА.



Тобто для живлення елементів схеми рис. 3.1 необхідне двуполярне джерело стабілізованої напруги  $\pm 15\text{В}$ ,  $\geq 40\text{ мА}$ .

Враховуючи, що струм джерела живлення схеми рис. 3.2 визначається в основному показами температури, то для живлення такої схеми може бути використане джерело з параметрами  $\pm 12\text{В}$ , (1 – 1,5) А.

#### 3.4. Розробка схеми електричної підсилювача вихідних контурів

Схему електричну принципову підсилювача вихідних контурів розроблено за допомогою програмного забезпечення “Splan” в форматі А2 на Рис. 3.6..

Основні вузли:

- X1 – розім
- E1 – джерело живлення 12 В
- R6, R11, R9, R13 – струмообмежуючі резистори, входів мікросхеми
- R8, R14 – резистори дільники напруги
- R10 – резистор-фільтр від поміх
- R16, R15 – резистори зворотного зв’язку
- R7 – потенціометр амплітуди сигналу
- R12 – резистор обмежує струм бази транзистора VT1
- VD2 – діод Шотки стабілізує задання амплітуди
- VT1, VT2 – транзистори в схемі Дарлінгтона утворюють максимальне підсилення по струму та керують на тікачем
- JS – Електромагнітний клапан
- DA1- операційний підсилювач

Рис. 3.6. Електрична схема вихідних контурів

Сигнал з ПЛК потрапляє на плату підсилювача вхідного контуру, де через резистор R11 потрапляє на операційний підсилювач DA1, далі через R12 підсилений сигнал потрапляє на базу VT1 звідти на базу VT2, підсилений сигнал по струму та напрузі потрапляє на електромагнітний клапан JS. Плата живиться від стабілізованого джерела живлення E1. Сигнал стабілізується за допомогою зворотнього зв’язку резисторами R15, R16, амплітуда сигналу обирається за допомогою потенціометру R7, через подільник напруги R14, R8 та стабілізується діодом Шотки VD2. Струм входів мікросхеми обмежують резистори R6, R11, R9, R13. Резистор R10 слугує фільтром.

#### 3.5. Розробка схеми електричної підсилювача вхідних контурів

Схему електричну принципову вхідних контурів розроблено за допомогою програмного забезпечення “Splan” в форматі А2 на Рис. 3.7..

Основні вузли:

- X1 – розім
- E1- стабілізоване джерело струму
- PA1 – датчик струму
- C1, VD1 – фільтр вихідного сигналу
- R5 – навантажувальний резистор
- R3, R4 – струмообмежуючі резистори
- R2- потенціометр задає амплітуду сигналу

- R1- опірний резистор

Рис. 3.7. Схема електрична вхідних контурів

Сигнал надходить від датчика струму RA1, фільтрується каскадом R4, C1, VD1, далі струм обмежується резисторами R3, R4 та налаштовується амплітуда сигналу потенціометром R2, після чого підсилюється операційним підсилювачем DA1 та потрапляє на вхідний контур. Вся схема живиться стабілізованим джерелом струму E1, резистор R1 є опорним для мікросхеми DA1.

### 3.6. Розробка схеми електричної АСК

Схему електричну принципову АСК (Рис. 3.8.), розроблено за допомогою програмного забезпечення “Splan” в форматі A2, представлена в документі DE62.420.301.003. E3.

Основні вузли:

- X1 – розім
- A1 - ПЛК
- A2 – АЦП
- A3 - ЦАП
- E1 – стабілізоване джерело струму
- QF1 – автоматичний вимикач
- KV1 – проміжне реле
- SQ1, SQ2-SQ6 – контакти аварійних датчиків
- R2-R5 – потенціометри задання коефіцієнтів

Рис. 3.8. Схема електрична АСК

Всі сигнали надходять до ПЛК А1 де оброблюються та виконуються відповідні функції. Сигнал від датчика температури та потенціометрів потрапляє на вхідний контур А2 де перетворюються в цифровий сигнал та передаються ПЛК, сигнал ПІД регулятора передається від ПЛК до вихідного контуру А3, всі сигнали аварійних датчиків передаються на дискретні входи ПЛК. Всі модулі захищені автоматичним вимикачем QF1.

### 3.7. Висновок

Електрична схема системи автоматичного контролю параметрів рідини включає в себе програмований логічний контролер, ПІД-регулятор, потенціометри, вхідні та вихідні контури з підсилювачами. Датчики температури та рівня рідини, електромагнітний клапан та аварійні.

У штатному режимі система лише контролює температуру та рівень рідини, що подаються на вхідні контури ПЛК-100 через підсилювачі. Вихідні контури керують струмом ТЕНа та положенням заслінки електромагнітного клапана. Підвищення температури призводить зниження струму ТЕНа, а перегрів – переривання. Датчик рівня рідини регулює положення електромагнітного клапана. Аварійні датчики вимикають устаткування при порушенні ізоляції, перегріві та знятті кожуха обладнання.

У якості датчика температури використовується аналоговий TMP36, що працює на ефекті Пельтьє. Датчик рівня рідини – SHR-1-N ELKO EP.

## 4 РОЗДІЛ 3 ОХОРОНИ ПРАЦІ

#### 4.1 Вступ

Для аналізу розроблено віртуальне приміщення, офіс, в якому працювати інженери – програмісти. В даному приміщенні робоче місце з ПЗЗ. Офіс призначений для 4 — ох чоловік. При роботі із розроблювальною системою керування, на працівника можуть здійснювати шкідливий і небезпечний вплив наступні виробничі фактори: шум, електромагнітне та інфрачервоне іонізуюче випромінювання та електро– і пожежонебезпеки.

В цьому випадку в розділі вказані рекомендації по організації режиму праці за ЕОМ (ПК) та ПЛК, розглянуті заходи по забезпеченню ергономічності та безпеки робочого місця.

#### 4.2 Опис приміщення

Спроектоване офісне приміщення має мати розміри: довжина – 8м, ширина – 8м висота – 3,2 м, тобто площею  $64 \text{ м}^2$ , об'ємом  $204.8 \text{ м}^3$ . Площа і об'єм в розрахунку на одного працівника становлять:  $S=16(\text{м}^2)$   
 $V=51.2(\text{м}^3)$

Отже розміри приміщення в розрахунку на одного працівника відповідають нормам (відповідно  $S=6 \text{ м}^2$  та  $V=20 \text{ м}^3$ ) визначеним в ДСанПіН 3.3.2.007–98.

Обладнання приміщення (див. рис. 5.1):

- столи–4 штуки (висота 700мм, ширина 1200мм (для стола інженера 1400мм), глибина 800мм) з вбудованою тумбочкою (має замок),
- ергономічні ортопедичні крісла з підлокітниками (4 штуки),
- шафа для зберігання дисків та документації (висота –800мм, ширина 3000мм, глибина 700мм),
- TFT монітор (4 штуки),
- клавіатура з традиційною розкладкою (4 штуки),
- оптичні мишки (4 штуки),
- принтер,
- телефон,
- факс,
- системні блоки (4 штуки),
- свіч,
- кондиціонер.

Рис.4.1 Загальний план робочої кімнати

1 — комп'ютеризоване робоче місце працівника; 2 – комп'ютеризоване робоче місце інших працівників; 3 — принтер; 4 – технологічне обладнання; 5 — шафа; 6 – побутові шафи; 7 – рукомийник, 8 – двері.

Обладнання приміщення відповідає ДСанПіН 3.32.2007–98. Стільці та столи забезпечують оптимальну підтримку працівників. Столи оптимально розташовані: відстань між бічними поверхнями ВДТ (відео дисплейні термінали) більша за 1.2 м.

### 4.3. Аналіз і оцінка шкідливих виробничих факторів

#### 4.3.1 Аналіз мікроклімату

Характер робочого місця – постійний, категорія робіт для даного Приміщення за ДСН 3.3.6.042–99 – легка 1а (роботи, що здійснюються у сидячому положенні і не вимагають фізичного напруження). Температура в теплий період повинна бути  $21^{\circ}\text{C} - 23^{\circ}\text{C}$ , а в холодний  $19^{\circ}\text{C} - 21^{\circ}\text{C}$ , відносна вологість 50% – 60%, швидкість руху повітря 0,1м/с, що згідно таблиць з ДСН 3.3.6.042–99 задовольняють оптимальним значенням. Дотримання температурного режиму забезпечується централізованими системами опалення та вентиляції. Опалення водяне із низьким тиском. Тип вентиляції–припливна.

#### 4.3.2 Аналіз шуму

Джерелами випромінювання шуму в приміщенні є комп'ютери, принтер. Періодичність шуму — протягом робочого дня. Основним джерелом шуму є комп'ютери, а саме кулери «Zalman DeepCool XFAN5» (охолодження системного блоку), рівень шуму: 18 дБА; принтер «Xerox Phaser 3100MFP/X», рівень шуму – до 43 дБА.

Оскільки сумарне значення рівня шуму в приміщенні не перевищує допустиме – 50 дБА, тому отримані (паспортні) дані щодо шуму приладів наявних у офісному приміщенні задовольняють допустимі значення, відповідно до ДСН 3.3.6.037–99.

#### 4.3.3 Аналіз електромагнітного та інфрачервоне випромінювання

Джерелами інфрачервоного випромінювання в приміщенні є лампи та І комп'ютери. Основні способи захисту: часом, відстанню, нівелванням впливу джерела тепла, термічна ізоляція, екранування й охолодження нагрітих поверхонь та індивідуальні способи захисту.

Теплова радіація в офісі становить:  $51\text{Вт}/\text{м}^2$ , що за ДСН 3.3.6.042–99 не перевищує  $70\text{Вт}/\text{м}^2$  – при ступені опромінюваної поверхонь від 15 до 45%.

Джерелами електромагнітного випромінювання являються комп'ютери та принтер. Електромагнітне випромінювання в приміщенні знаходиться в межах норми згідно ДНАОП 0.00–1.31–99.

#### 4.3.4 Аналіз іонізуючих випромінювань

Монітор і системний блок є джерелами іонізуючого випромінювання. Напруженість електричного поля при відстані до монітору 70 см. має бути більшою за:  $0.85\text{В}/\text{м}$  (допустима норма до  $1.0\text{В}/\text{м}$ ). Щільність магнітного потоку не повинна бути більшою за: 2 нТл (допустима до 25 нТл).

Отже згідно ДСанПіН 3.3.2.007–98 іонізуюче випромінювання в приміщенні знаходиться в межах норми.

#### 4.4. Аналіз освітлення

Стіни приміщення мають бути світло-бузкового кольору, стеля – біла, підлога – ламінат світлий дуб, столи кольору «слонової» кістки. Згідно СНиП П-4-79, враховуючи орієнтацію вікна (на захід), робочий кабінет може бути пофарбований у будь-яку кольорову гамму, допустимому кольоровому контрасті між основними поверхнями і мірою світла основних (столів, стільців) поверхонь інтер'єру.

Відповідно до ДБН В.2.5.-28-2006, зорова робота на даному приміщенні визначається як: високої точності. Система природного освітлення: бокове освітлення (вікно на всю бокову стіну 4.5м на 2м) Площа вікон:  $v=9(m^2)$ .

Отже вікна в приміщенні, що розглядається, задовольняють вимоги ДБН В.2.5.-28-006 для природного освітлення.

В приміщенні має бути загальна система штучного освітлення: (ЗООлк). Чотирьохлампові світильники (4 шт.) утворюють дві лінії, що світять над робочими місцями. Таке розташування світильників підходить всім робочим місцям офісу. Штучне освітлення забезпечують люмінесцентні лампи T5 Aquastar FHO54/174 довжиною 0.59 м потужністю 15 Вт, Рл=2800 лм.

Штучне освітлення створює освітленість 357.4 лк, що задовольняє нормативне значення.(ДБН В.2.5.-28-2006).

#### 4.5. Аналіз електробезпеки

Приміщення має постачатися електроенергією з трансформатора розташованого поза приміщенням офісу, напруга якого 220В. Режим нейтралі відносно землі заземлений. Режим електричної мережі офісу – трифазна. Електрична проводка повинна бути виконана: мідним проводом в поліхлорвініловій ізоляції, площа поперечного розрізу 5 мм<sup>2</sup>

Споживачами електричної енергії у приміщенні являються: комп'ютери, кондиціонер, принтер та ЛД лампи. Напруга, якою здійснюється живлення обладнання: 220В. Обладнання не має автономних джерел живлення. Комп'ютери мають блоки живлення: напруга – 220В, частота 50 Гц її. Клас | захисту від ураження електричним струмом в приміщенні слід віднести до класу I – приміщення без підвищеної небезпечності (сухі приміщення без пилу). Відповідно ДНАОП 0.00-1.21-98 в приміщенні виконані всі норми електробезпеки.

#### 4.6 Аналіз пожежної безпеки

виходячи з властивості та кількості пожеже небезпечних матеріалів та речовин, це приміщення відноситься до категорії В, відповідно до НАПБ 6.03.002-2007. Все приміщення відноситься до пожежно-небезпечної зони класу П-Па. Вибухонебезпечних зон у приміщенні немає. Можливими джерелами запалювання можуть бути: комп'ютери, монітори і принтер; електромережа – мережеві фільтри («подовжувачі»), електромережа

прокладена у стінах приміщення; електрощитова; коротке замикання в блоках комп'ютерів комп'ютерах.

В приміщенні повинна бути протипожежна сигналізація із датчиком диму (у верхньому правому від входу кутку), а також вогнегасники вуглекислотного типу ВВ-5 (4 одиниці на 40 м<sup>2</sup>, розташовані на відстані 15м). Сигнал від датчика поступає на пост охорони, що знаходиться на 1-му поверсі.

#### 4.7. Інструкція по техніці безпеки

Перед початком роботи на ИНОМ працівник повинен дотримуватись такої послідовності дій:

запустити систему кондиціонування робочого кабінету;

оглянути робоче місце, стіл, локальні лампи освітлення; впевнитись, що на них відсутні зайві предмети; все обладнання включно з системними блоками з'єднані за допомогою спеціалізованих дротів (за виключенням Wi-Fi роутерів);

здійснити ревізію поточного стану апаратури, включно з перевіркою перевірити відлагодженості електропроводки, з'єднувальних шнурів, штепсельних вилок та іншого;

осітити робоче місце локальними лампами (у темний час доби);

підібрати зручну для інженера-оператора висоту крісла та нахил його спинки;

за необхідності включити до процесора периферійну діагностичну апаратуру;

не дозволяється починати роботи при виникненні несправностей, особливо, необхідно негайно повідомити керівництво.

#### 4.8 Висновки

В даному розділі було розглянуто умови для проведення робіт на ЕОМ (ПЛК) і знайдені параметри приміщення, що виявилися оптимальними для проведення робіт:

–робоча площа та об'єм приміщення на одного працівника 16 м<sup>2</sup> і 51.2 м<sup>3</sup> при мінімально необхідних 6 м<sup>2</sup> і 20 м<sup>3</sup>;

–вплив шкідливих факторів на організм працівника в допустимих межах: основний діапазон робочих температур 19<sup>0</sup>С – 23<sup>0</sup>С, відносна вологість 50% – 60%, максимальну потужність шуму видає принтер «Xerox Phaser 3100MFP/X», рівень шуму – до 43 дБА. При допустимому 50 дБА, теплова радіація 51 Вт/м<sup>2</sup> (допустимо 70 Вт/м<sup>2</sup>), напруженість електричного поля на відстані 50 см. від монітору має не перевищувати: 0.7 В/м (допускається 1.0 В/м), а магнітного потоку 14 нТл (допустима до 25 нТл);

–освітлення забезпечують 4 люмінесцентні лампи T5 Aquastar FHO54/174, що видають 357.4 лк при мінімальних 300 лк;

–електробезпека відповідає нормам ДНАОП 0.00–1.21–98;

–приміщення має категорію пожежонебезпеки В, відповідно до НАПБ 6.03.002–2007. Тому в приміщенні необхідно, щоб були розташовані

вогнєгасники вуглекислотного типу ВВ-5 (4 одиниці на 40 м<sup>2</sup>, розташовані на відстані 15м).

## Схожість

Схожість із джерелами з Інтернету

28

1	<a href="http://uapatents.com/7-102887-sistema-avtomatichnogo-kontrolyu-rivnya-ridini-v-rezervuarakh-z-diskretnim-samote">http://uapatents.com/7-102887-sistema-avtomatichnogo-kontrolyu-rivnya-ridini-v-rezervuarakh-z-diskretnim-samote</a>	3 Джерело	5.74%
2	<a href="https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/74097/1/Dudarenko.pdf">https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/74097/1/Dudarenko.pdf</a>		1.02%
7	<a href="http://5fan.ru/wievjob.php?id=2422">http://5fan.ru/wievjob.php?id=2422</a>	9 Джерело	0.61%
8	<a href="https://owen.ua/ua/moduli-vvodu-vyvodu/mv110-8ac-modul-shvydkisnogo-vvodu-analogovyh-sygnaliv">https://owen.ua/ua/moduli-vvodu-vyvodu/mv110-8ac-modul-shvydkisnogo-vvodu-analogovyh-sygnaliv</a>		0.5%
9	<a href="https://moodle.znu.edu.ua/pluginfile.php?file=/372586/mod_resource/content/2/%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86">https://moodle.znu.edu.ua/pluginfile.php?file=/372586/mod_resource/content/2/%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86</a>	2 Джерело	0.49%
12	<a href="https://owen.ua/uploads/106/re_oven_plk160_0049_ua.pdf">https://owen.ua/uploads/106/re_oven_plk160_0049_ua.pdf</a>		0.17%
15	<a href="https://works.doklad.ru/view/apv0aDNEF5o/2.html">https://works.doklad.ru/view/apv0aDNEF5o/2.html</a>	4 Джерело	0.14%
16	<a href="http://uapatents.com/8-113880-sposib-avtomatichnogo-kontrolyu-rivnya-ridini-z-rozpodilenim-po-visoti-rezervuara-d">http://uapatents.com/8-113880-sposib-avtomatichnogo-kontrolyu-rivnya-ridini-z-rozpodilenim-po-visoti-rezervuara-d</a>	3 Джерело	0.11%
17	<a href="https://studopedia.com.ua/1_26852_deformatsiyni-manometri.html">https://studopedia.com.ua/1_26852_deformatsiyni-manometri.html</a>		0.11%
18	<a href="https://www.BiblioFond.ru/view.aspx?id=865652">https://www.BiblioFond.ru/view.aspx?id=865652</a>	2 Джерело	0.1%
20	<a href="http://ekologiammk.blogspot.com/2014/11/blog-post_21.html">http://ekologiammk.blogspot.com/2014/11/blog-post_21.html</a>		0.09%

Схожість по Бібліотеці акаунту

25

3	<b>Студентська робота</b>	ID файлу: 6049629	Institution: National University of Water Management and Natural Resou...	0.9%
4	<b>Студентська робота</b>	ID файлу: 1000087782	Institution: National University of Water Management and Nat...	5 Джерело 0.77%
5	<b>Студентська робота</b>	ID файлу: 5975811	Institution: National University of Water Management and Natural Resou...	0.71%
6	<b>Студентська робота</b>	ID файлу: 1000097497	Institution: National University of Water Management and Natural Re...	0.68%
10	<b>Студентська робота</b>	ID файлу: 1107861	Institution: Lviv Polytechnic National University	0.4%
11	<b>Студентська робота</b>	ID файлу: 2094030	Institution: National University of Water Management and Natu...	4 Джерело 0.35%
13	<b>Студентська робота</b>	ID файлу: 1003755409	Institution: National University of Life and Environmental Sciences of...	0.16%
14	<b>2018-Чвыкова-бак</b>	ID файлу: 6032456	Institution: National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Instit...	0.15%



---

19	Сергієнко	ID файлу: 1000764329	Institution: National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Ins	2 Джерело	0.1%
21	Студентська робота	ID файлу: 6049453	Institution: Lviv Polytechnic National University	4 Джерело	0.09%
22	Студентська робота	ID файлу: 2061854	Institution: National University of Water Management and Natur	2 Джерело	0.09%
23	Студентська робота	ID файлу: 107104	Institution: Lviv Polytechnic National University		0.09%
24	Студентська робота	ID файлу: 2049385	Institution: National University of Life and Environmental Sciences of Uk...		0.09%

## Цитати

Цитати 2

1 3.2.4. Датчик температури Аналоговий датчик температури TMP36 (Рис. 3.4.).

2 3.6. Розробка схеми електричної АСК Схему електричну принципів АСР (Рис. 3.8.), розроблено за допомогою програмного забезпечення "Splan" в форматі А2, представлена в документі ДЕ62.420.301.003.