

Міністерство освіти і науки України
Шосткинський інститут
Сумського державного університету
Кафедра системотехніки та інформаційних технологій
Спеціальність 6.151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

Худолей Г.М.

«__» _____ 2022 р.

Бакалаврська робота на тему:
«Система управління технологічною лінією
виробництва алкоголю»

Керівник роботи:
(викладач-стажист)

Сердюк І.В

Бакалаврант:
студент групи СУз-81Ш

Галай А.І.

Шостка – 2022 р.

ЗМІСТ

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ ТА ПОЗНАЧЕНЬ.....	.5
ВСТУП.....	.6
1. КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА УПРАВЛІННЯ	7
2. ВИБІР КАНАЛІВ УПРАВЛІННЯ, СИГНАЛІЗАЦІЇ І БЛОКУВАННЯ	11
3. ВИБІР ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ	13
5 ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНО-РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА...	38
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	55

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ

- АРМ – автоматизоване робоче місце.
- АСУ – автоматизована система управління.
- АСУП – автоматизована система управління підприємством.
- АСУТП – автоматизована система управління технологічним процесом.
- АЦП – аналого-цифровий перетворювач.
- ВМ – виконавчий механізм.
- ДВ- діапазон вимірювання.
- ЕСКД – єдина система конструкторської документації.
- КВП і А – контрольні-вимірювальні прилади і автоматика.
- НКМП – нижня концентрована межа поширення полум'я.
- МК – мікроконтролер.
- ММ – математична модель.
- МП – мікропроцесор.
- ОЗП – оперативний пристрій, що запам'ятовує.
- ОУ – об'єкт управління.
- П – пропорційний.
- ПІ – пропорційно-інтегральний.
- ПІД – пропорційно-інтегрально-диференційний.
- ПЗП – постійний пристрій, що запам'ятовує.
- ПК – персональний комп'ютер.
- ПЕВМ – персональна електронно-обчислювальна машина.
- ПК – персональний комп'ютер.
- ПЛК – програмований логічний контролер.
- ПЧ – перетворювач частоти.
- РКІ – рідкокристалічний індикатор.
- РО — регулюючий орган.
- САР – система автоматичного регулювання.
- САУ — система автоматичного управління.
- ТО – терморезистор опору.
- ТБ – техніка безпеки.
- ТП - технологічний процес.
- ТО– термоперетворювач опору.
- ТП – термопара.
- ЦАП — цифро-аналоговий перетворювач.

ВСТУП

Лікєро-горілчанє виробництво – галузь харчової промисловості, що забезпечує випуск спиртних напоїв, горілок та лікєро-горілчаних виробів. Виробництво горілок та лікєро-горілчаних виробів заснованє на фізико-хімічних процесах розчинення, адсорбції, дифузії та інших.

Виробництво горілок складається з технологічних процесів підготовки води, змішування спирту з водою з подальшою обробкою водно-спиртового розчину активним вугіллям та фільтрацією.

На основі останніх розробок прикладних та фундаментальних наук, теорії автоматичного регулювання та управління на базі новостворених приладів та регуляторів створюються сучасні системи автоматизації.

Автоматизація відіграє вирішальну роль при організації промислового виробництва за принципом: випуск заданої кількості продукції за мінімуму матеріальних витрат.

Сучасне спиртогорілчанє виробництво являє собою сукупність взаємозв'язків технологічних апаратів, установок, машин і фізико-хімічних процесів, що в них здійснюються.

Нормальне, або безпечне функціонування такого виробництва забезпечують автоматичні системи керування, які здійснюють збір і обробку інформації, необхідної для оптимального керування процесами.

1 КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА АВТОМАТИЗАЦІЇ

Виробництво горілки включає підготовку води, приготування водно-спиртової суміші, фільтрацію водно-спиртової суміші, обробку водно-спиртової суміші активним вугіллям, фільтрацію горілки та доведення її до стандартної міцності, підготовку посуду та розлив.

Питну воду з водонапорів направляють на пісочні фільтри. Попереднє (перед Na-катіонуванням) знезалізнення забезпечує збільшення між регенераційного періоду сульфовугілля Na-катіонітових установок за рахунок усунення забруднень сполуками заліза і підвищення, таким чином, ємності катіоніту. Далі вода постає на Na-катіонові фільтри, де відбувається пом'якшення вод (завантажених сульфовуголем або катеонітом). Для регенерації катіонітів використовують 8 - 10% розчин кухонної солі (приготовлений в солерастворитель).

Пом'якшення - це процес, внаслідок якого з води видаляються солі твердості. Здібність катіонітів до іонного обміну обумовлена наявністю іонів водню в їх активних групах, які можуть вільно замінюватися іншими катіонами.

Якість катіонітів визначається їх іонообмінною здатністю, хімічною та термічною стійкістю, механічною міцністю, ступенем набухання, сталістю гранулометричного складу (постійним розміром частинок катіоніту), відсутністю розчинних домішок.

Пом'якшення жорсткої води здійснюється в процесі її фільтрації через шар катіоніту (сульфовугілля), що містить катіон натрію, здатний на обмін з іншими катіонами. При проходженні води через сульфовугілля відбувається обмін катіонів кальцію та магнію води на катіони натрію. В результаті цього у профільтрованій через іонообмінну колону воді в основному містяться натрієві солі, що володіють великою розчинністю і не утворюють готової продукції опадів (при певній лужності середовища).

Очищена вода надходить до збірника пом'якшеної води.

Спирт із спирто-сховища через стаціонарні мірники (конічні та циліндричні) надходить у бак.

З бака спирт надходять до автоматизованої установки приготування водно-спиртових розчинів (сортувальний чан).

Приготовлений водно-спиртовий розчин відцентровим насосом подається до збірки-дегазатора для сортування, звідки самопливом прямує на фільтраційну батарею. Фільтраційна батарея для очищення горілки активованим вугіллям у динамічних умовах (за динамічним методом) складається з двох пісочних форфільтрів, двох вугільних колонок (вугільних фільтрів), з'єднаних паралельно, та двох пісочних фільтрів для остаточної фільтрації горілки після вугільної очистки.

Якість очищення горілки залежить від висоти шару адсорбенту (активованого вугілля) та часу контакту (дотику) водно-спиртового розчину з вугіллям.

При більшій висоті шару вугілля та більшому контакті сортування з вугіллям у процесі очищення (у певних межах) покращуються дегустаційні якості горілки.

Процес очищення горілки відбувається в динамічному режимі і полягає в наступному порядку :

1 Очищення водно-спиртової суміші на фільтрах грубої очистки.

Сортування з напірних баків надходить на пісочні форфільтри для попередньої фільтрації від мінеральних і органічних опадів та інших механічних забруднень.

Попередня, ретельна фільтрація сортувань перед надходженням їх на вугільне очищення (вугільні колонки) - суворо обов'язкова для запобігання активованого вугілля від забруднення та забезпечення цим тривалого терміну роботи його (протягом 4-5 років) без хімічної та термічної (прожарюванням) регенерації.

2 Очищення на вугільних колонах.

3 форфільтрів сортування проходить знизу вгору через паралельно з'єднані вугільні колонки, повністю завантажені активованим деревним вугіллям.

3 Очищення на фільтрах тонкого очищення.

Після фільтрації через вугілля горілка прямує на пісочні фільтри для остаточної фільтрації.

Потік горілки з пісочного фільтра направляється до збірників готової продукції (доводні чани), у яких, у разі потреби, міцність горілки доводять до стандартної та вносять інгредієнти, передбачені рецептурою.

Зі збірника готової продукції горілка прямує на розлив

Технологічна схема виробництва горілки представлена на рисунку 1

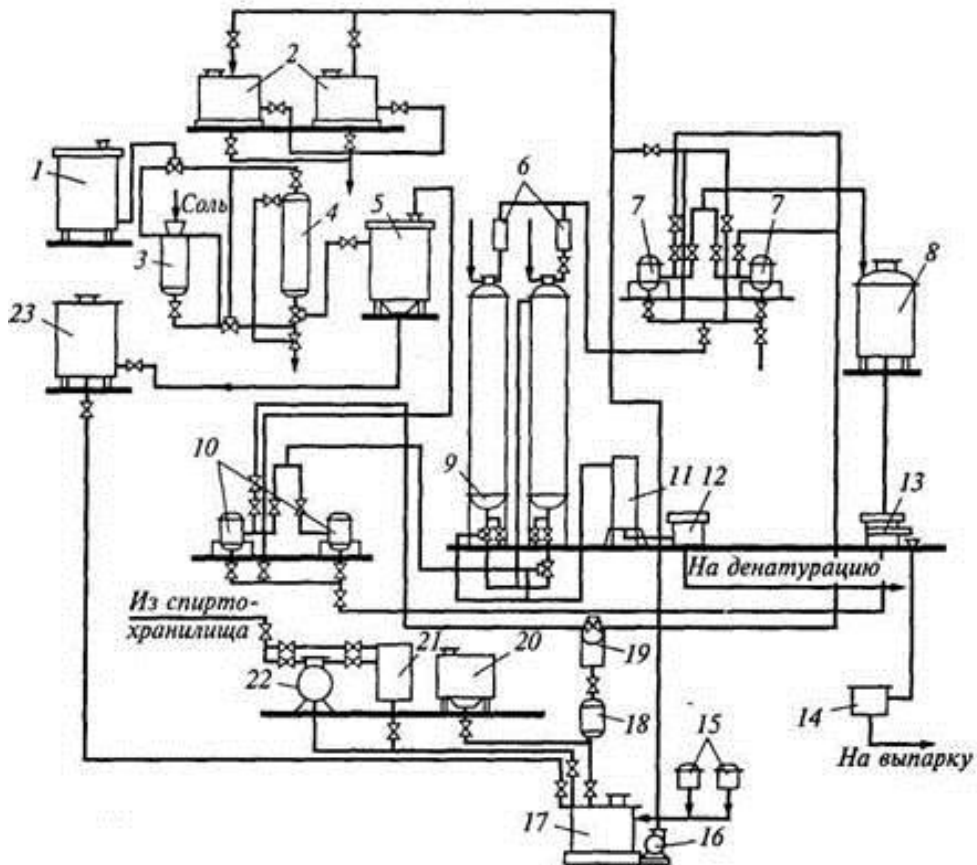


Рисунок 1 - Технологічна схема виробництва горілки

2 ВИБІР ПАРАМЕТРІВ КОНТРОЛЮ, РЕГУЛЮВАННЯ ТА СИГНАЛІЗАЦІЇ

Аналіз технологічного процесу дозволяє виділити найбільш суттєві параметри контролю, сигналізації та керування процесу виробництва алкоголю.

При виборі каналів управління визначаються, формалізуються та конкретизуються функції управління, взаємозв'язок процесу з іншими процесами, параметр управління та значення, на якому він має підтримуватись.

Таблиця 2.1 Перелік параметрів, які впливають на хід технологічного процесу

№ п.п.	Параметр	Функція	Величина
1	Рівень води в напірному збірнику пом'якшеної води	Контроль, управління	0÷2м
2	Рівень спирту в напірному збірнику спирту	Контроль, управління	0÷1,5м
3	Рівень спирту в проміжному збірнику спирту	Контроль	0,5м
4	Витрата води на змішувач інжекційний	Контроль	10,5 м ³ /год
5	Витрата спирту на змішувач	Контроль, управління	7,5 м ³ /год
6	Витрата сортировки на виході зі змішувача	Контроль, управління	18 м ³ /год
7	Тиск перед змішувачем	Контроль, управління	0,8 МПа
8	Тиск після змішувача	Контроль, управління	0,1 МПа
9	Густина сортировки	Контроль, управління	935 кг/ м ³
10	Рівень сортировки в напірних збірниках	Контроль, управління	0÷2,5 м
11	Тиск сортировки в загальному колекторі перед пісочними фільтрами	Контроль, управління	1,5 МПа
12	Тиск сортировки в загальному колекторі після пісочних фільтрів	Контроль, управління	0,7 МПа
13	Тиск сортировки в загальному колекторі після пісочних фільтрів на злив	Контроль, управління	0,5 МПа
14	Тиск промивної води в загальному колекторі перед пісочними фільтрами	Контроль, управління	0,7 МПа
15	Тиск промивної води в загальному колекторі після пісочних фільтрів	Контроль, управління	0,5 МПа
16	Рівень зливої сортировки в проміжному збірнику	Контроль, управління	0÷1 м
17	Рівень промивних вод з вмістом спирту в збірнику	Контроль	0÷2 м
18	Витрата сортировки на вугільну колону	Контроль, управління	0,45÷0,9 м ³ /год

19	Витрата пари на вугільну колону	Контроль, управління	0,6 м ³ /год
20	Температура пари на регенерацію	Контроль, управління	110 °С
21	Витрата холодної води на конденсатор	Контроль, управління	1,5 м ³ /год
22	Температура конденсату після конденсатора	Контроль, управління	18 °С
23	Витрата холодної води на спиртоуловлювач	Контроль, управління	0,05 м ³ /год
24	Витрата повітряно-спиртової суміші на спиртоуловлювач	Контроль, управління	25 м ³ /год
25	Рівень відгонів в збірнику відгонів	Контроль, управління	0÷1 м
27	Рівень лимонної олії в мірній ємності	Контроль, управління	0÷0,2 м
28	Витрата розчину спирту кмину в ємності для змішування інгредієнтів	Контроль, управління	2 м ³ /год
29	Витрата суміші інгредієнтів в довідному чані	Контроль, управління	2 м ³ /год
30	Рівень горілки в довідному чані	Контроль, управління	0÷2,5 м

3 ВИБІР КАНАЛІВ ВНЕСЕННЯ РЕГУЛЮЮЧИХ ДІЙ

Система управління повинна забезпечувати управління технологічним процесом як у ручному (місцевому), так і автоматичному. Причому в автоматичному режимі управління має бути дворівневим, з відображенням у реальному масштабі часу динаміки ТП (технологічного процесу) на моніторі оператора та записом усіх контрольованих параметрів до бази даних для архівації та попереднього перегляду (у разі потреби)

Загалом створення АСУТП дозволить:

- Підвищити якість регулювання процесом;
- Забезпечити обслуговуючий персонал достовірною інформацією про стан обладнання, про хід технологічного процесу та зберігати її;
- Модернізувати існуючу систему управління;
- Забезпечити виконання технологічного регламенту;
- зменшити витрати на витрату розчину солі;
- Поліпшити умови праці обслуговуючого персоналу.

Запропонована система передбачає створення дворівневої системи контролю та управління технологічного процесу.

Перший рівень технічних засобів включає датчики, виконавчі пристрої, контролер з УСО. Датчики мають уніфікований струмовий сигнал 4-20мА, що дозволяє подавати сигнал із датчика на контролер без використання додаткових перетворювачів.

До другого рівня технічних засобів відноситься робоча станція, що реалізує функції контролю роботи та стану основного обладнання, виведення інформації про стан технологічних об'єктів та параметрів процесу на екран монітора, накопичення та передачі даних. Передача даних здійснюється за допомогою локальної обчислювальної станції. Контролери об'єднані з центральною робочою станцією в локальну єдину обчислювальну мережу топології «загальна шина»

У системах із топологією загальна шина мережеві адаптери підключені паралельно до єдиного каналу зв'язку. Управління шиною розподілене. При

розподіленому управлінні всі підключені станції вважаються рівноправними та розподіляють канал за допомогою спеціальної процедури-методу множинного доступу.

Переваги мережі з топологією «загальна шина»:

- Невеликі витрати на кабель;
- робочі станції у будь-який час можуть бути встановлені чи відключені без переривання роботи всієї мережі;
- робочі станції можуть комутуватися друг з одним без допомоги сервера.

Недоліки мережі з топологією «загальна шина»:

- при обриві кабелю виходить із ладу всю ділянку мережі від місця розриву;
- можливість несанкціонованого доступу до мережі, оскільки збільшення числа робочих станцій немає необхідності у перериванні роботи всієї мережі.

3.1 Контур контролю та керування темппературою

Температуру конденсату після конденсатора будемо регулювати за допомогою зміни витрати води шляхом відкривання/закривання регулюючого клапана на трубопроводі подачі води в сорочку

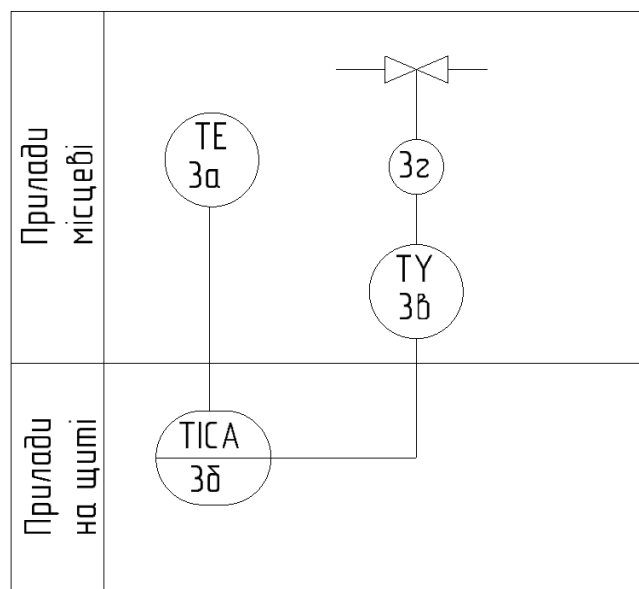


Рисунок 4.3 – Контур контролю і управління температурою конденсату після конденсатора

До складу каналу управління входить датчик температури, перетворювач сигналу датчика, контролер - універсальний регулятор, перетворювач сигналу контролера, виконавчий механізм, виконавчий орган.

Дана схема може використовуватися і для контролю інших вимірів температур в цій схемі

3.2 Контур контролю та керування тиску

Контур складається з датчика тиску, який виробляє сигнал 4 - 20 мА, що подається ПЛК, а далі мікроконтролер передає дані по зміні тиску за допомогою інтерфейсу RS-485 на ПК, що знаходиться на автоматизованому робочому місці АРМ

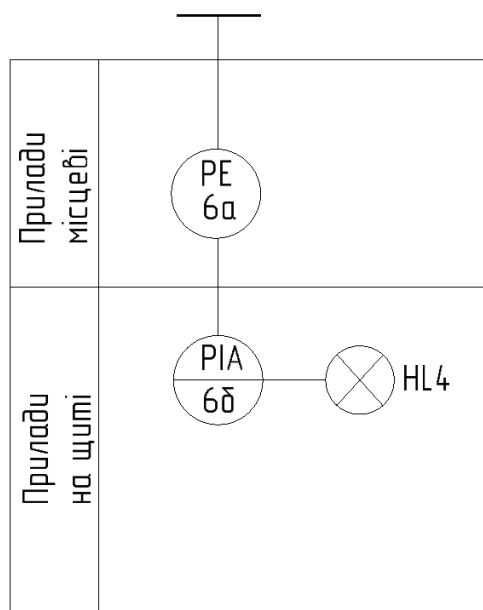


Рисунок 3.2 – Схема контролю тиску у трубопроводі в загальному колекторі

Дана схема може використовуватися і для контролю інших вимірів тиску в цій схемі

3.3 Контур контролю та керування рівня

Регулювання рівня у водонапірному баку, у збірнику пом'якшеної води, у сортувальному чані, у баку зі спиртом, у напірному збінику горілки та у довідному чані.

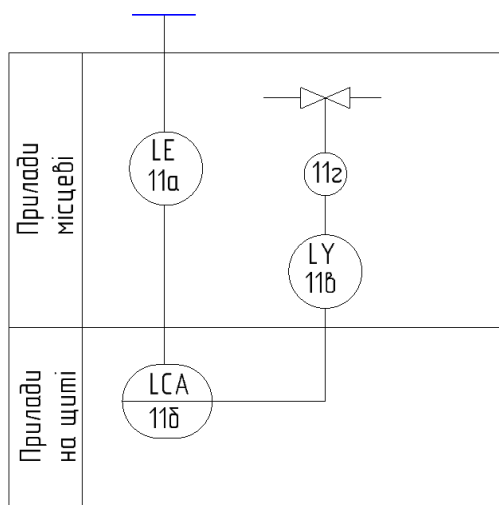


Рисунок 3.3 – Контур контролю і управління рівнем у водонапірному баку

Контур складається з перетворювача, який при зміні рівня в мірній ємності виробляє сигнал 4 - 20 мА, ПЛК виробляє керуючий сигнал величиною 0-5 мА, що подається на ЕП. Цей сигнал ЕП перетворює на вихідний сигнал що надходить на орган регулювання, який регулює рівень

Дана схема може використовуватися і для контролю інших вимірів рівнями в цій схемі

3.4 Контур контролю та керування витратою

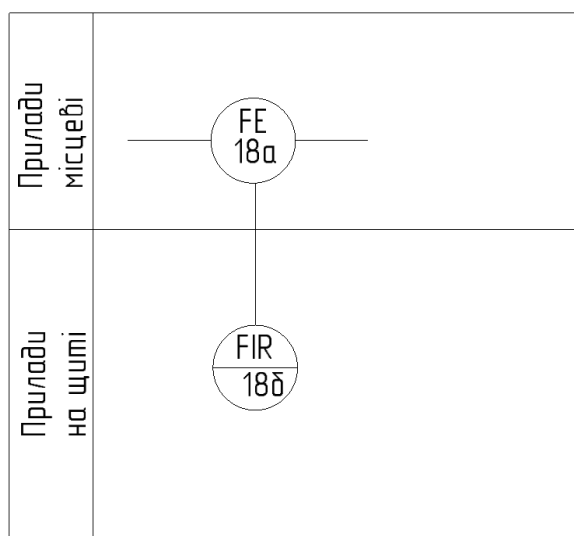


Рисунок 3.4 – Схема витратою холодної води на конденсаторі.

До складу каналу контролю і сигналізації входить датчик витрати, перетворювач сигналу датчика, пристрій для показань і пристрій для реєстрації.

Цю схему можна використувати для контролю витратою холодної води на спиртоуловлювач, та суміші інгредієнтів в довідному та напірному чанах.

4 ВИБІР ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ

При виборі найкращого варіанта технічних засобів для системи, враховують основні вимоги:

- технологічні;
- Системні;
- Економічні;
- монтажно-експлуатаційні та ін.

Технологічні вимоги:

- за видом вимірюваного параметра;
- за величиною параметра;
- За характером вимірюваного середовища (рідина, газ, суспензія);
- за характером вибухозахищеності (ϵ , ні);
- за місцем встановлення приладу або добірного пристрою;
- по розміщенню об'єкта (відстань від місця встановлення датчиків, перетворювачів та виконавчих механізмів до пунктів контролю та управління з урахуванням прокладання імпульсних та командних ліній)

При виборі технічних засобів орієнтувалися на ті які серійно випускалися, прагнули застосування одностипних засобів ДСП, які входять до складу локальних систем автоматичного контролю, регулювання та управління.

4.1 Вибір датчиків

4.1.1 Вибір датчиків температури

Для контролю температури на конденсаторі та температурі пари для регенерації активованого вугілля у фільтрі даного ТП виберемо датчики, які мають найбільш відповідні характеристики та функції, для вище указаних контурів

Таблиця 4.1 – таблиця параметрів датчиків температури

Датчик	ДТС3105	ДТС014	ДТП015
Діапазон вимірювань, °С	-50..+120	-50..+150	-40..+600
НСХ	Pt1000	50М	L(XK)
Допустимий тиск	1,6 МПа	ОДМПа	ЮМПа
Ступінь захисту	IP54	IP54	IP54
Похибка, °С	(0,3+0,005 t)	(0,5 +0,005 t)	(0,3+0,005 t)
Ціна, грн	300	70	200

По діапазону температур всі датчики підходять, але ДТП015 даватиме менш точні показання, оскільки діапазон вимірювань у нього більший. Зробивши висновки, для контролю, керування, сигналізації та реєстрації температури повітря у сушилках 1 та 2, вибираємо датчик температури платиновий ДТС3105. Зовнішній вигляд датчика представлений на рис.3.12.

Таблиця 4.2 - Технічні характеристики ДТС3 105-РТ1000.В2.

Температура середовища	-50...+120 °С
Похибка	(0,3+0,005 t) °С
Допустимий тиск	1,6 МПа
Довжина монтажних	70 мм, 120 мм, 220 мм
Тип сенсора	Pt1000 PCA1.2010.10L
Матеріал захисної	12X18H10T
Схема підключення	2-х провідна
I Ступінь захисту	IP54



Рисунок 4.1- датчик температури платиновий ДТС3 105-РТ1000.В2.

4.1.2 Вибір датчиків тиску

Для оптимального вибору, порівняємо технічні характеристики двох датчиків тиску, які мають вихідний уніфікований сигнал, це датчики Сапфір 22ДІ та Сапфір 22ДД. Розглянемо їх основні характеристики в таб.3.10:

Таблиця 4.3– Порівняльні параметри датчиків Сапфір 22ДІ та Сапфір 22ДД.

Основні характеристики	Сапфір 22ДД	Сапфір 22ДІ
Надлишковий тиск (верхня межа)	1,6 кгс\см ²	1,6 кгс\см ²
Клас точності	±0,25%	±0,15%
Напруга живлення	12 - 36 В	12 - 36 В
Вид вихідного сигналу	4 – 20 мА	0...5мА, 0...20мА, 4...20мА
Захист від пилу та води	IP 65	IP 65
Матеріал корпусу	12X18H10T	12X18H10T
Ціна, грн	3500	3290

Вибір робимо на користь перетворювач надлишкового тиску Сапфір 22ДІ, оскільки у нього найбільш відповідний діапазон вимірювань тиску. Цей датчик найбільш підходить для вимірювання тиску в даному технологічному процесі, наш діапазон вимірювання тиску до 1,25 кгс\см² має допустиму точність вимірювання тиску, і меншу ціну.. Зовнішній вигляд датчика представлений на рис.3.17.



Рисунок 4.3 – Датчик тиску Сапфір 22ДІ

4.1.3 Вибір датчиків рівня

Рівнеміри Сапфір-22 ДУ, 22 ДУ-Вн, 22 ДУ-Ех[15,16] призначені для роботи в системах автоматичного контролю, регулювання та управління технологічними процесами, у тому числі, з вибухонебезпечними умовами виробництва та забезпечують безперервне перетворення значення вимірюваного параметра – рівня рідини або рівня межі розділу рідких фаз як нейтральних, так і агресивних середовищ – у стандартний струмовий вихідний сигнал дистанційної передачі.

Рівнеміри-перетворювачі призначені контролю середовищ, які містять компонентів, конденсат пари яких замерзає при температурі навколишнього повітря, можливої у процесі експлуатації.

Принцип роботи рівнеміра буйкового САПФІР 22 ДУ заснований на тому, що при підвищенні або зниженні рівня рідини в ємності на вимірювальний блок через буй датчика рівня САПФІР ДУ тисне гідростатичний тиск, що змінюється в залежності від зміни рівня рідини в резервуарі. Далі ця зміна передається через важіль на тензоперетворювач і після на електронний блок, в якому відбувається перетворення електричного опору тензорезисторів в уніфікований вихідний сигнал передачі даних.

Зовнішній вигляд рівнеміра Сапфір-22 ДУ, 22 ДУ-Вн, 22 ДУ-Ех наведений на рис.4.4.



Рисунок 4.4 - Зовнішній вигляд рівнеміра Сапфір-22 ДУ, 22 ДУ-Вн, 22 ДУ-Ех.

Основні характеристики рівнемірів

– Діапазон вимірювання – до 10 м.

– Гранично допустимий робочий надлишковий тиск - 2,5; 4,0; 6,3; 16,0; 20,0 МПа.

– Похибка вимірів $\pm 0,5\%$, $\pm 1,0\%$.

Прилади мають виконання:

– звичайне,

– Ех (іскробезпечне),

– Вн (вибухонепроникна оболонка).

Напруга живлення:

– 36 В постійного струму для виконання звичайного та Вн;

– 24 У постійного струму для виконання Ех (живлення повинно здійснюватися від іскробезпечних виходів блоків БПС-24, або БПС-90, або ПТС-4, або інших аналогічних блоків).

Вихідний сигнал:

– 0-5; 0-20; 4-20 мА постійного струму для виконання звичайного та Вн;

– 4-20 мА постійного струму для виконання Ех.

У каналі застосуємо рівнемір Сапфір-22 ДУ-Ех як такий, що повністю задовольняє вимоги середовища вимірювання.

4.1.4 Контроль рівня

Для контролю та сигналу рівня води у збірнику води можна використовувати один із перелічених датчиків: Сигналізатор рівня рідини триканальний «ОВЕН САУ-М6»



Рисунок 5 – Зовнішній вигляд датчика контролю рівня ОВЕН САУ-М6.

Сигналізатор рівня САУ-М6 призначений для автоматизації технологічних процесів, пов'язаних із контролем та регулюванням рівня рідини. САУ-М6 є функціональним аналогом приладів ESP-50 та РОС 301.

Технічні характеристики датчика САУ-М6:

Номинальна напруга живлення приладу 220 частотою 50 Гц;

Допустимі відхилення напруги живлення від номінального значення -15...+10 %;

Потужність, не більше 6 ВА;

Кількість каналів контролю рівня 3;

Кількість вбудованих вихідних реле 3;

Максимально допустимий струм, комутований контактами вбудованого реле 4 А при 220 50 Гц ($\cos > 0,4$);

Напруга на електродах датчика рівня не більше 10 В частотою 50 Гц;

Тип корпусу настінний Н;

Габаритні розміри корпусу 130x105x65 мм;

Ступінь захисту корпусу IP44;

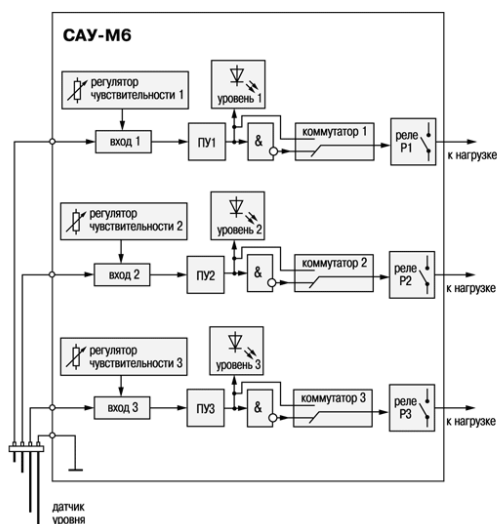


Рисунок 6 – Схема підключення для сигналізатора рівня рідини ОВЕН САУ-М6

Контроль рівня здійснюється за допомогою 4-х електродного кондуктометричного датчика, три сигнальні електроди якого розташовані в резервуарі на заданих за умовами технологічного процесу відмітках: рівень 1, рівень 2, рівень 3 - і підключаються до входів приладу 1-3. Живлення датчика рівня здійснюється змінною напругою.

Три незалежні канали контролю

САУ-М6 включає три незалежні канали контролю, до складу кожного каналу входять:

- Вхід для вимірювання опору кондуктометричного датчика на змінному струмі;
- Регулятор чутливості, що дозволяє змінювати чутливість каналу контролю рівня до електропровідності рідини;
- порогове пристрій (ПУ), що фіксує досягнення робочої рідиною заданого рівня, а також формує сигнали управління вихідним реле;
- Кутатор для перемикання каналу в інверсний режим роботи;
- Вихідне реле для управління зовнішнім обладнанням; спрацювання реле відбувається при контакті електрода з рідиною.

4.2.1 Контроль засувки

Для управління, контролю та сигналізації положення виконавчих механізмів засувки доцільним є використання пристрою управління та захисту електроприводу засувки без застосування кінцевих вимикачів ПКП1.



Рисунок 7 – пристрої керування та захисту електроприводу засувки ПКП1

Прилад ПКП1 призначений для керування засувками та затворами. Захист їх механізмів та електроприводів при заклинюванні без застосування кінцевих вимикачів

Функціональні можливості:

- Автоматична зупинка електроприводу при досягненні засувки крайнього положення без застосування «кінцевиків»
- Контроль та індикація поточного положення засувки у відсотках
- Вимкнення керування приводом з видачею сигналу «Аварія» при заклинюванні засувки або прослизання механізмів електроприводу
- Збереження інформації про положення засувки під час знеструмлення
- Контроль засувки при встановленому модулі з струмовим виходом 4...20 мА або контроль та керування при встановленому модулі інтерфейсу зв'язку RS-485

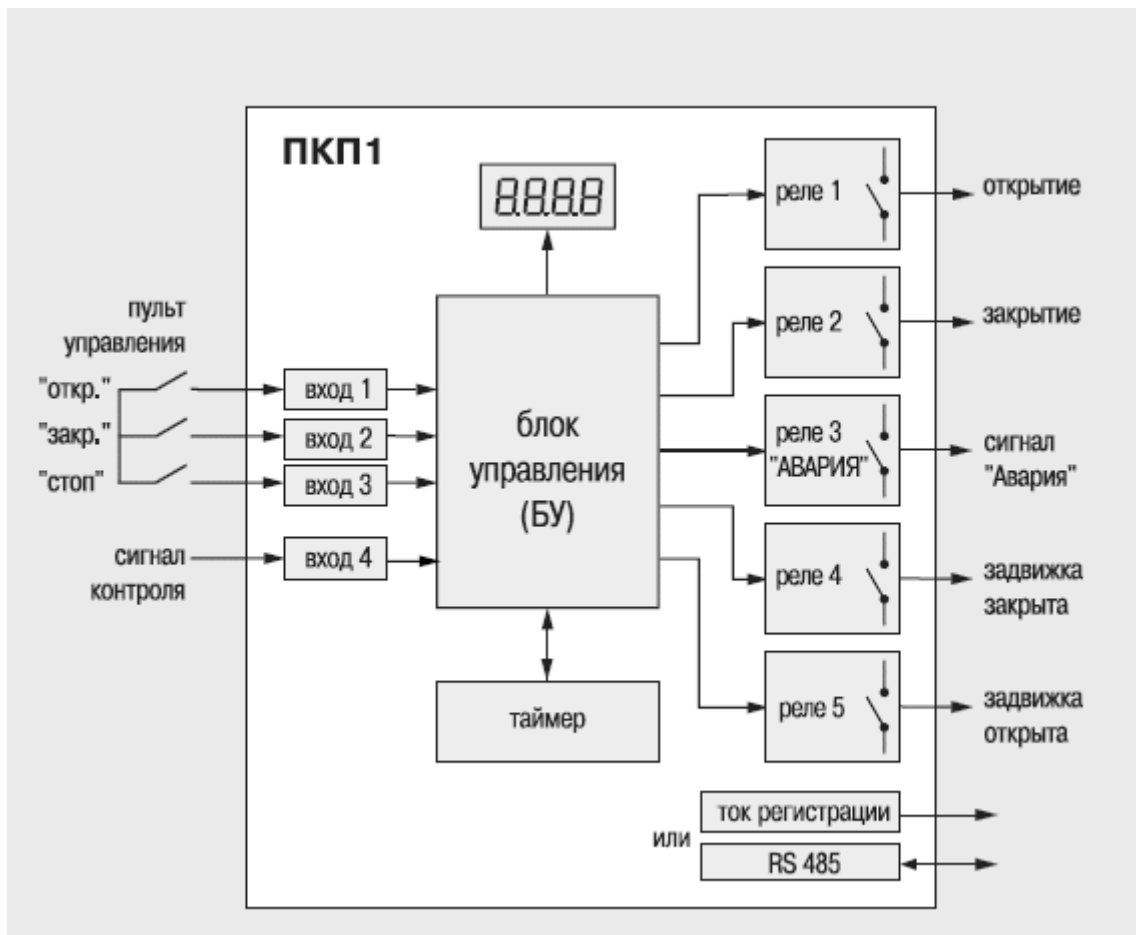


Рисунок 8 – Функціональна схема приладу ПКП1

ПКП1 являє собою мікропроцесорний пристрій, що має 4 входи, таймер і блок управління 5-ма вихідними реле.

4.2.2 Контроль оборотів

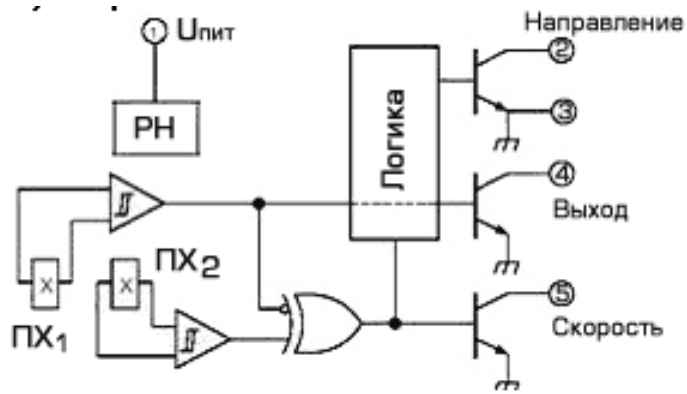
Для контролю оборотів двигуна доцільним є використання датчика оборотів (датчик холу) А3422ЛКА.

Спеціалізований, високочутливий, термостабільний датчик магнітного поля А3422ЛКА з логічними виходами призначений для визначення швидкості та спрямування поступального або обертального руху об'єктів. Управляється датчик двополярним (біполярним) магнітним полем, тобто. спрацьовує при вплив магнітним полем позитивної полярності, а відключається при вплив негативної. Датчик містить два незалежні перетворювачі Холла (ПХ) з клямкою, КМОП логіку, яка декодує сигнал швидкості та напрямку, вбудований регулятор напруги (РН) та

три цифрові виходи з відкритим колектором. Робочий діапазон температур від -40 до +150 °С.

Таблиця 2 – Електричні та магнітні параметри датчика холу А3422LКА:

Параметр	Значення		Примітка
	мін.	Макс	
Напруга живлення $U_{пит}$, В	4.5	18	
Вихідний струм витoku $I_{ут}$, мкА	1	10	$U_{вых} = U_{пит} = 18$ В
Вихідна напруга насичення $U_{нас}$, мВ	210	500	$I_{вих} = 20$ мА
Час увімкнення живлення $t_{пит}$, мкс	-	50	$U_{пит} > 4.5$ В
Час наростання вихідного сигналу t_n , нс	200	200	$R = 820$ Ом, $C = 20$ пФ
Час спаду вихідного сигналу t_c , нс	200	200	$R = 820$ Ом, $C = 20$ пФ
Затримка зміни напрямку t_z , мкс	0.5	5	$R = 820$ Ом, $C = 20$ пФ
Струм споживання I_p , ма	5	18	$U_{пит} = 8$ В
Індукція спрацьовування $B_{ср}$, мТл	2.9	8.5	
Індукція відключення $O_{ср}$, мТл	-8.5	-1.7	
Гістерезис B_h , мТл	1	4.6	



Габаритные размеры

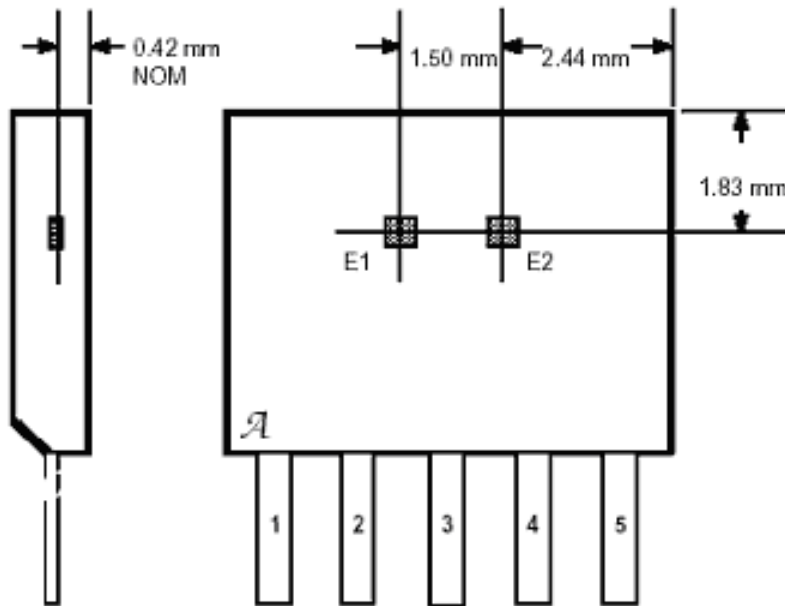


Рисунок 9-Функціональна схема датчика холу А3422ЛКА.

4.1.7 Контроль струму в електроприводі

Для контролю струму в електроприводах є доцільним використання приладу МТД-RS.



Рисунок 10 – Зовнішній вигляд приладу МТД-RS

Прилад МТД-RS застосовується у системах контролю, управління та захисту електродвигунів та електроустановок при виконанні технологічних процесів у галузях промисловості, сільського господарства та житлово-комунальної сфери. Монітор струму двигуна з функцією обміну даними та управлінням по інтерфейсу RS-485 (МТД-RS) в комплекті з первинними перетворювачами – датчиками струму ДТ.005.007-02 призначений для вимірювання струму та захисного відключення навантаження в мережах змінного струму частотою 50 Гц, /380 В та номінальними струмами навантаження від 1 до 250 А. Для місцевого візуального контролю застосований РКІ-індикатор 16x2 з постійним підсвічуванням.

Функції датчика струму:

- Активація функцій та зміна заводських уставок споживачем.
- Захисне відключення електроустановок у системах змінного струму при:
 - o тривалого навантаження,
 - o дворазового навантаження споживаного струму,
 - o при обриві будь-якого з фазних проводів навантаження,
 - o виході напруги живлення за допустимі межі;
- контроль та індикація струму, напруги та частоти кожної фази.
- передача інформації через послідовний стик RS-485 на ЕОМ верхнього рівня за протоколом Х.3, що забезпечує захист інформації від спотворення та втрат.
- дистанційне встановлення налаштувань та налаштувань на навантаження:
 - o допустимих меж струму,
 - o напруги,
 - o часу тривалого навантаження,
 - o часу спрацьовування захисту перевищення допустимих параметрів,
 - o часу спрацьовування захисту обриву фази,
 - o захисного часу перемикання реверсу живильних фаз;
- дистанційна діагностика функцій приладу

Таблиця 3 - Технічні характеристики датчика струму

Найменування параметру	Значення
Напруга живлення МТД-RS	220 В +10-15%, 50 Гц ± 1 Гц
споживана потужність	не більше 6 ВА
Кількість контрольованих каналів струму	3
Кількість контрольованих каналів (фаз) напруги	3
Кількість вихідних каналів	два електромагнітних реле (НО-контакт: 0,1...4А при 220В та $\cos\varphi \geq 0,6$)
Період опитування контрольованих каналів	640мс (0,65 сек.)
Діапазон контрольованих напруг	10...255 В
Дискретність контролю напруги	0,25 В
Діапазон контрольованих струмів	4/D...250/D А
Номінальна потужність контрольованого навантаження	1...110кВт (1...250А)
Коефіцієнти розподілу струму (D)	1, 2, 4, 8
Дискретність контролю струму	1/D
Діапазон контролю частоти	10...99 Гц
Дискретність контролю частоти	0,1 Гц
Діапазон налаштування часу спрацьовування захисту	1с...59 хв.
Крок налаштування часу	1 с
Інтерфейс зв'язку з комп'ютером	RS-485
Рекомендоване число МТД-RS на одному каналі інтерфейсу	не більше 8
Швидкість обміну інформацією з ЕОМ	9600 бод/с
Максимальна довжина лінії зв'язку з керуючою ЕОМ	не більше 1000 м
Ступінь захисту корпусу	IP20
Маса приладу	не більше 0,5 кг

4.3.4 Вибір контролера та програмного забезпечення

Під час роботи над дипломним проектом було розглянуто кілька сімей програмованих контролерів різних виробників, представлених нижче.

1) SCADApack.

Це сімейство контролерів, що поєднують переваги програмованих логічних контролерів, вільно програмованих систем управління, простоту та надійність телемеханічних пристроїв. Контролери призначені для побудови розподілених систем управління та телемеханіки, що працюють у необслуговуваних умовах. Їх відмінними рисами є:

- 1) робочий температурний діапазон: від -40 до +70 ° С;

- 2) мале енергоспоживання;
- 3) великий обсяг пам'яті зберігання даних протягом 2-х років;
- 4) вбудований Ethernet, бездротовий модем, до 4-х портів RS232/485, до 1152 вх/вих.

2) Програмовані контролери HITACHI [4].

Вони є одними з найменших і найкомпактніших систем, що продаються по всьому світу, були розроблені з урахуванням можливості з'єднання, міжнародних стандартів і зменшення шумів ЕМС. Все це було досягнуто завдяки впровадженню найсучасніших та інноваційних складових програмованих контролерів. Завдяки розширеному набору команд, чудовим можливостям обміну даними та гарній гнучкості управління кожна серія встановлює нові стандарти у своєму класі. Система ANYBUS забезпечує сумісність із усіма стандартними системами. Дані контролери випускаються серіями, такими як, ЕС, ЕН-150, Н-Board, Н-302, Н-200 та Micro ЕН.

3) SIMATIC S7-200 – сімейство мікроконтролерів SIEMENS.

Мікроконтролери SIMATIC S7-200 призначені для вирішення завдань керування та регулювання у невеликих системах автоматизації. При цьому SIMATIC S7-200 дозволяють створювати як автономні системи управління, так і системи управління, що працюють у спільній інформаційній мережі. Область застосування контролерів SIMATIC S7-200 винятково широка і простягається від найпростіших задач автоматизації, для вирішення яких у минулому використовувалися прості реле та контактори до завдань комплексної автоматизації. SIMATIC S7-200 дедалі інтенсивніше використовується під час створення таких систем управління, котрим у минулому з міркувань економії необхідно розробляти спеціальні електронні модулі.

Області застосування:

- 1) управління пакетувальними пресами;
- 2) системи очищення;
- 3) керування деревообробними верстатами;
- 4) керування автоматичними воротами;

- 5) управління ліфтами та підйомниками;
 - 6) керування конвеєрними лініями;
 - 7) харчова промисловість;
 - 8) системи віддаленого контролю.
- 4) SLC 500, фірми Allen Bradley.

Завдяки своїй потужності, гнучкості та невисокій ціні контролери SLC 500 стали одними з найбільш широко застосовуваних у світі програмованих контролерів. Ці контролери для автоматизації виробництва побудовані за модульним принципом, мають можливість розширення, і велика кількість різних модулів вводу-виводу та комунікаційних модулів.

До переваг цих контролерів можна віднести:

- 1) швидкодіючі потужні процесори (64К¹пам'яті);
- 2) локальні та розподілені виконання введення-виводу;
- 3) інтегровані порти Ethernet, а також опції для DeviceNet, ControlNet та інших мереж до 4096 входів та 4096 виходів.

До переваг можна віднести і той факт, що комунікаційні модулі та модулі вводу-виводу містяться в одному каркасі, що дозволяє розмістити кілька програмованих контролерів для реалізації мультипроцесорної системи.

Для виконання завдань, пов'язаних з контролем та управлінням процесом у СКП при розробці системи автоматичного регулювання (САР) було обрано сімейство контролерів фірми Allen Bradley SLC 500, виходячи з таких параметрів, як:

- 1) витрати, пов'язані на використання, освоєння та технічну підтримку контролера;
- 2) надійності, що складається з: відсутності відмов (рекламацій), затребуваності контролерів у галузях промисловості РФ, затребуваності контролерів у галузях світової економіки.
- 3) обмін даними: підтримка стандартних мережевих протоколів та форматів даних, продуктивність;

4) зручність роботи, тобто універсальність та наявність стандартних мов математичного опису даних та процесів.

4.3.5 Вибір проектної конфігурації контролера

При конфігурації контролера проводиться вибір відповідного процесора, виходячи з вимог до швидкодії системи, з урахуванням рентабельності використання контролера та кількості сигналів, що надходять на нього. Вибір модулів складає основі аналізу сукупності технологічних параметрів, які впливають на протікання технологічного процесу. Список та кількість сигналів у додатку А.

Виходячи із сумарного енергоспоживання системи, вибирається блок живлення. Конфігурація контролера наведено у таблиці 5.1. А зовнішній вигляд контроллера зображено на рисунку 31.

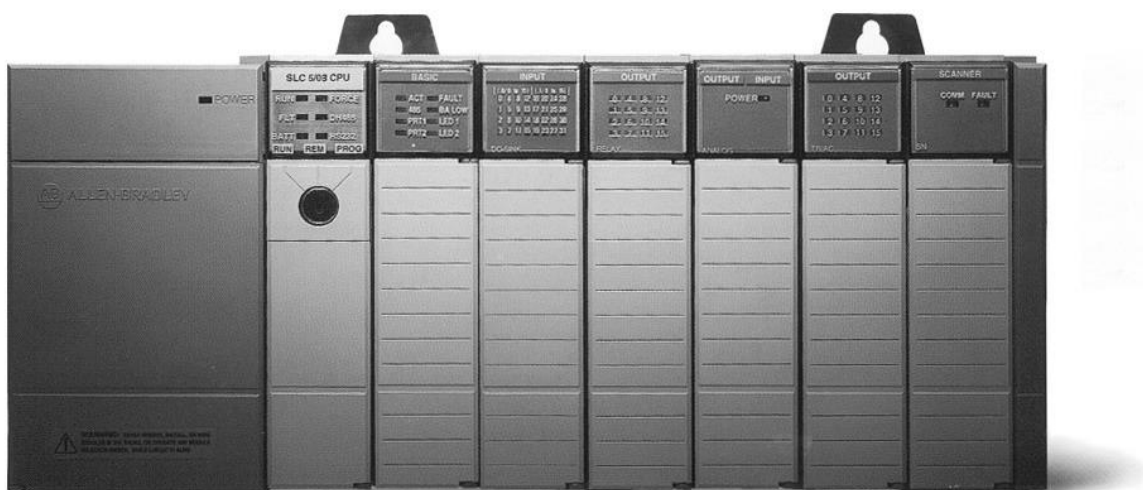


Рисунок 11 – контролер фірми Allen Bradley SLC 500

Таблиця 9 - Проектна конфігурація контролера

№ шасі	№ слота	Каталоговий номер	Джерело живлення		Опис модулів
			5В	24В	
0	0	1746-L553	1000	200	ЦП SLC 5/05
1746 – А10	1	1746-NI16I	125	75	Аналоговий вхідний 16 каналів
	2	1746-NI8I	125	75	Аналоговий вхідний 8 каналів
	3	1746-N08I	125	75	Аналоговий вихідний 8 каналів
	4	1746-0W16	550	200	Релейний вихідний 16 каналів
	Разом	I, А	1,925	0,625	Блок живлення 1746-P2
	БП	I, А	5	0,96	
	Запас	I, А	3,075	0,335	

Характеристики модулів

Характеристика процесорного модуля SLC 5/05



SLC 5/05

Рисунок 12 - процесорний модуль SLC 5/05

Процесор SLC 5/05 дає такі ж функціональні можливості, як і SLC 5/04 зі стандартними зв'язками через Ethernet.

Ethernet-зв'язок виконуються зі швидкістю 10 Мб/с або 100 Мб/с, забезпечуючи мережі високу продуктивність під час завантаження/вивантаження програм, редагування в реальному часі та

одноранговому обміні повідомленнями.

Модульні системи введення/виводу можуть бути налаштовані максимум з трьома шасі (із загальним числом слотів до 30) і з кількістю точок введення/виводу від 4 до 4096.

Таблиця 10 - Технічні характеристики модульних контролерів SLC 500 5/05

Розмір пам'яті (слів) 64К
Струм на задній шині (мА) при 5В 1000мА
Струм на задній шині (мА) при 24В 100мА
Максимальна кількість цифрових вводів/виводів 8192
Максимальна кількість локальних шасі/слотів 30
Вбудовані засоби зв'язку Ethernet та RS-232
Додатковий модуль пам'яті flash EEPROM
Програмування RSLogix 500
Інструкції програмування 107
Типовий час сканування 0.9 мс/к
Час затримки для сканування програм після втрати живлення Від 20 мс до 3 с (залежно від навантаження на джерело живлення)
Обробка біту (ХІС) 0.37 мкс
Точність годин/календаря ± 54 секунд/місяць при $+25^{\circ}\text{C}$ ($+77^{\circ}\text{F}$) ± 81 секунд/місяць при $+60^{\circ}\text{C}$ ($+140^{\circ}\text{F}$)

Характеристики модулів Релейного виходу 1746-OW16

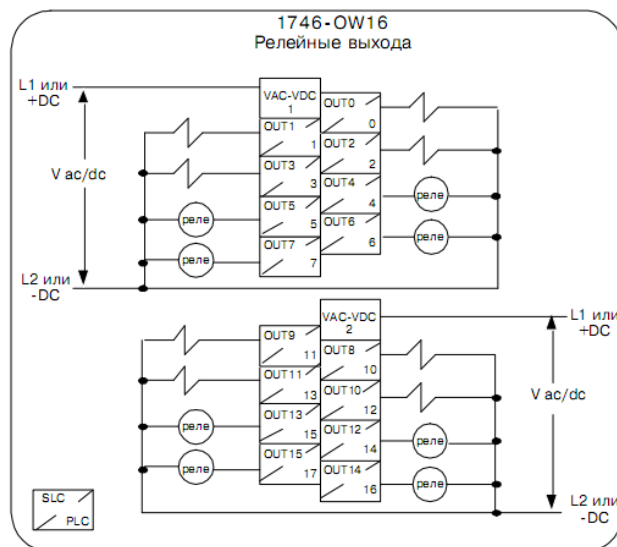


Рисунок 13 - Схема з'єднання модуля

Характеристики контактов реле выходных модулей 1746-OW4, -OW8, -OW16

Напряжения:		Ток, А ^①		Непрерывный ток, А ^②	Мощность, VA	
		Замык	Размык		Замык	Размык
Максимальное напряжение (ac)	120	15	1.5	2.5	1800	180
	240	7.5	0.75			
Максимальное напряжение (dc)	125	0.22 ^③		1.0	28	
	24	1.2 ^③		2.0	28	

Характеристики модулей аналоговых входов 1746-NI16I

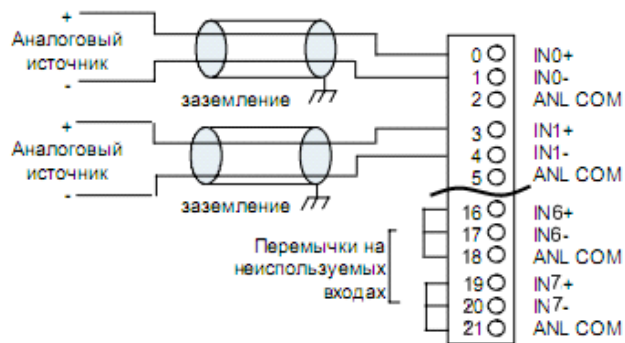


Рисунок 14 - Схема з'єднання модуля 1746-NI16I

Таблиця 11 - Технічні характеристики модулів аналогових входів 1746-NI16I

Струм на задній шині (мА) при напрузі 5В 125 мА
Струм на задній шині (мА) при напрузі 24В 75 мА
Потужність на задній шині
Максимум 2.425 Вт (0.625 Вт при 5 В dc, 1.8 Вт при 24 В dc)
Гранична напруга на ізоляції Витримує 500 В і 710 В dc протягом 1 хв.
Кількість входів 16
Роздільна здатність 16 біт
Метод аналогово-цифрового перетворення Сигма-дельта
Діапазон напруг у загальному режимі ±10.25 В на клему загального дроту аналогового сигналу (20.5 В максимум між будь-якими двома клемми)

сигнального дроту)
Частоти фільтрації входу
6 Гц 10 Гц 20 Гц 40 Гц 60 Гц 80 Гц 100 Гц 250 Гц
Тип входу (настроюваний)
0-20 мА ±20 мА 4-20 мА 0-1 мА
Тип даних (настроюваний) Інженерні одиниці
Масштабовані для ПІД-регулювання
Пропорційні відліки (в діапазоні від -32768 до +32767)
Пропорційні відліки (в заданому користувачем діапазоні, тільки Класу 3)
Формат даних 1746-НІ4
Вхідний імпеданс 249 Ом
Максимальна вхідна напруга без пошкодження ±8В між клемою загального дроту
аналогового сигналу та будь-якою вхідною клемою
Макс. вхідний струм ±30 мА між клемою загального дроту аналогового сигналу та будь-якою вхідною клемою
Час виявлення розмикання ланцюга Менш 5 с
Роздільна здатність входу 640 нА
Роздільна здатність дисплея 0.3%
Похибка модуля на повному робочому діапазоні температур 0.08% від верхньої межі при 25°C (77°F) 0.15% від верхньої межі при 60°C (140°F)
Температурний дрейф усунення входу 360 нА/°С
Температурний дрейф посилення 20 ppm/°С
Точність калібрування при 25°C точніше 0.15% від діапазону

Характеристики модулів аналогових виходів 1746-NO8I

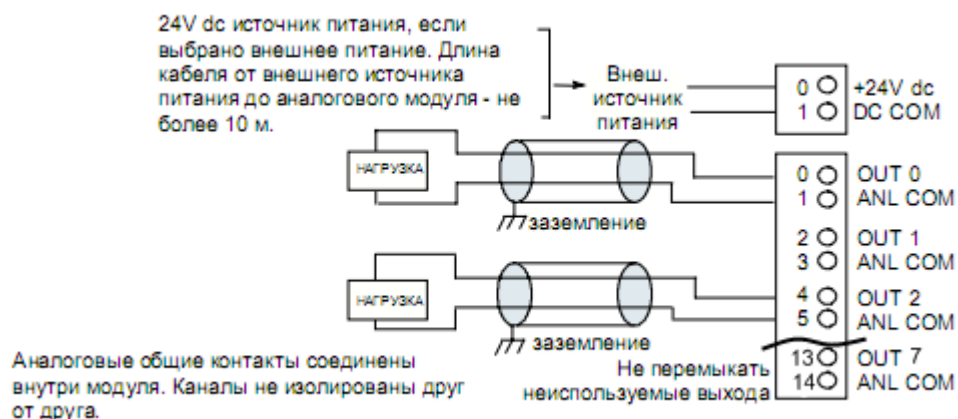


Рисунок 15 - Схема з'єднання модуля 1746-NI16I

Таблиця 12 - Технічні характеристики виходу для 8-канальних модулів 1746-NO8I

Струм на задній шині (mA) при напрузі 5В	120 mA	120 mA
Струм на задній шині (mA) при напрузі 24В	250 mA*	160 mA*
Потужність на задній шині	5.6 Вт	5.6 Вт
Розсіювання тепла максимум	6.6 Вт	4.44 Вт
Гранична напруга на ізоляції	500 V dc	500 V dc
Кількість виходів	8	
Тип виходу	струм напруга	
Діапазон виходу	0-21.5 mA ±10.25 dc	
Кодування виходу (пропорційне масштабування)	0-32767 Від -32768 до +32767	
Роздільна здатність	16 біт 366 nA/рахунок	16 біт 320 мкВ/рахунок
Нелінійність	0.06% від верхньої межі	
Метод цифроаналогового перетворення	Релейна схема R-2R	
Перехідна характеристика виходу	1 мс (0-95% верхньої межі)	
Час оновлення каналу (типовий)		
Клас 1:	5 мс на оновлення всіх 8 каналів	
Клас 3:	10 мс на оновлення всіх 8 каналів	

Діапазон навантаження 0-500 Ом 1 кОм та більше
Струм навантаження Не застосовується 10 мА (максимум)
Вихідний імпеданс Більше 1 МОм Менш 1.0 Ом
Здатність перевищення
діапазону 7.5% (21.5 мА) 2.5% (± 10.25 В)
Загальна точність 0.1% від верхньої межі при 25°C (77°F) 0.2% від верхньої межі при 0-60°C (32-140°F)
Дрейф загальної точності ± 33 ppm/°C від верхньої межі (максимум)
Похибка посилення 0.08% від верхньої межі при 25°C (77°F) 0.15% від верхньої межі при 0-60°C (32-140°F)
Дрейф похибки посилення ± 25 ppm/°C від верхньої межі (максимум)

Характеристики модуля живлення 1746-P2

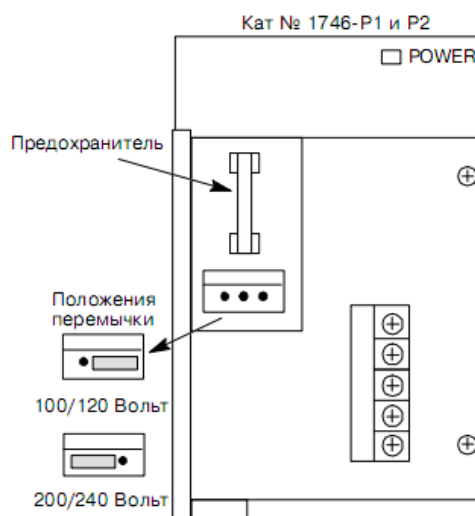


Рисунок 16 – Задня панель модуля 1746-P2

Таблиця 13 - Технічні характеристики модуля живлення 1746-P2

Номер за каталогом 1746-P2
Лінійне (мережеве) напруга 85...132/170...265 В ас, 47...63 Гц
Допустиме навантаження по струму (Ампер) при 5В 5А

Допустиме навантаження по струму (Ампер) при 24В 0,96А
Користувальне допустиме навантаження за струмом 0.2 А @ 24 В dc
Максимальний кидок струму 20А

4.4 Верхній рівень керування. Робоче місце оператора

Робоче місце оператора є IBM-сумісний комп'ютер у промисловому виконанні, із встановленим програмним забезпеченням фірми Rockwell Software і мають доступом до локальної мережі підприємства.

4.5. Опис розробленого інтерфейсу оператора та вибір системи SCADA.

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) - це програмне забезпечення, призначене для надання інженеру допомоги у створенні в найкоротший термін надійної та швидкодіючої системи керування процесом.

Під час розробки дипломного проекту було розглянуто такі системи SCADA.

1) RSView32 [6].

Виробник RSView32, Rockwell Automation, є визнаним світовим лідером у виробництві комплексних засобів автоматизації. SCADA-система RSView32 є інтегрованим програмним забезпеченням людино-машинного інтерфейсу для збору даних, оперативного контролю та управління автоматизованими пристроями та технологічними процесами.

RSView32 є одним з компонентів комплексу засобів для візуалізації технологічних процесів ViewAnyWare. Це інтегроване, засноване на компонентах програмного забезпечення людино-машинного інтерфейсу, для контролю та управління автоматизованими пристроями та процесами. У RSView32 використовуються лише відкриті комунікаційні стандарти, що забезпечує максимально ефективний зв'язок не тільки з іншими продуктами Rockwell Software, але й з продуктами Microsoft та сторонніми програмами. RSView32 є першим

програмним продуктом людино-машинного інтерфейсу, в якому повністю використовувалися переваги передових технологій компанії Microsoft для того, щоб:

- 1) відкривати графічні дисплеї RSView32 у вигляді OLE-контейнерів для елементів керування ActiveX, що дає можливість вбудовувати у власні проекти вже готові рішення, вибираючи з тисяч елементів керування ActiveX сторонніх постачальників;
- 2) розробити модель об'єкта, щоб виділити окремі частини його функціональних можливостей, що дозволяє RSView32 легко взаємодіяти з іншими програмними продуктами, що базуються на компонентах;
- 3) інтегрувати популярний Visual Basic for Applications компанії Microsoft як вбудована мова програмування, надаючи практично необмежену кількість способів налаштування та розширення проектів RSView32;
- 4) підтримувати стандартні OPC як для сервера, так і для клієнта, з метою здійснення швидкого та надійного зв'язку з безліччю апаратних пристроїв різних постачальників;
- 5) реалізувати технологію Add-On Architecture з метою розширення функціональних можливостей RSView32 та інтеграції нових властивостей у ядро RSView32.

Система RSView32 підтримує всі передові технології Windows та легко взаємодіє з більшістю апаратних платформ за допомогою OPC та DDE, а також інтегрується з іншими програмними продуктами, ефективно використовуючи технології ActiveX, VBA, OLE та ODBC.

Особливості RSView32:

- 1) інтуїтивно-зрозумілий інтерфейс для створення графічних уявлень ділянок технологічного процесу (екранів), включаючи складні графічні об'єкти, такі як тренди або звіти сигналів тривоги;
- 2) передача візуальної інформації з допомогою анімації екранів;
- 3) вбудований Visual Basic for Applications розширення можливостей RSView32;
- 4) комплекс засобів для оповіщення оператора: відстеження трендів; виявлення подій; контроль сигналів тривоги;

- 5) протоколювання даних;
- 6) високопродуктивні стандарти OPC або DDE для зв'язку з керованими пристроями;
- 7) унікальні засоби тестування та налагодження, включаючи зміну проекту в режимі on-line;
- 8) 16 рівнів захисту проекту та захисту на рівні системи.

2) SCADA-система iFIX виготовлена компанією Intellution.

Перша характеристика цього пакета – це надійність. Для підприємства будь-якої галузі життєво необхідна безпомилкова та безвідмовна робота систем автоматизації.

Не менш важливим є питання безболісної інтеграції системи автоматизації у існуючу інфраструктуру підприємства. Для вирішення цієї задачі в iFIX включено підтримку різних протоколів обміну даними: OPC (клієнт, сервер), OLEDB, ODBC, DDE. З їхньою допомогою також здійснюється передача виробничої інформації в архіви історичних даних та системи вищого рівня. Також для iFIX існують драйвери до багатьох програмованих контролерів.

Для критичних виробництв використовуються системи автоматизації на базі SCADA-системи iFIX із резервуванням. У таких системах всі основні функції продубльовані, наприклад, збирання технологічної інформації здійснюють два незалежні SCADA-сервери iFIX. При порушенні зв'язку з одним із них, другий продовжує виконувати свої функції. Резервування дозволяє забезпечити контроль та управління виробничими процесами в будь-яких ситуаціях.

Створення проектів в iFIX здійснюється у зручному та багатофункціональному середовищі розробки Intellution Workspace. Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, велика кількість майстрів-помічників (анімації, зафарбовування, відкриття/закриття/заміни малюнків, перемикання дискретних тегів тощо) та вбудована бібліотека об'єктів Dynamo дозволяють значно скоротити час розробки проекту та зосередити основні зусилля не на освоєнні пакету, а на реалізацію завдань, що стоять перед розробником.

До складу iFIX також включено демо-систему з прикладами проектів з різних галузей: хімічна, фармацевтична, водопостачання та дискретне виробництво. Демо-система дозволяє як швидше освоїти можливості пакета, а й використовувати ці приклади цілком або частково розробки власних систем.

Для вирішення складних або нестандартних завдань у SCADA-пакет вбудовано одну з найпоширеніших у світі мов програмування MS VBA.

Для безпечного використання об'єктів ActiveX компанія Intellution розробила технологію Secure Containment. Використання цієї технології дозволяє запобігти збою або відмови від роботи системи автоматизації при виникненні помилки в об'єкті ActiveX.

Багаторівнева система безпеки iFIX здійснює контроль доступу персоналу до системи управління та надає кожному співробітнику функції відповідно до його прав доступу.

iFIX підтримує клієнт-серверну архітектуру, що робить його гнучким засобом для побудови систем автоматизації. При цьому SCADA-сервер виконує збирання даних, їх аналіз та зберігання в архіві, генерацію тривоги, організацію диспетчерського управління. Вузли-клієнти iClient отримують всю необхідну інформацію від SCADA-серверів та реалізують функції візуалізації та диспетчерського керування.

Крім того, система управління на базі SCADA-пакету iFIX може бути побудована з використанням термінального режиму, в якому всі обчислення виконує один потужний комп'ютер, а підключені до нього термінали служать лише для введення інформації та відображення результатів.

3) Sitex, SCADA пакет, розроблений фірмою Jade Software [8].

Sitex - програмний пакет класу SCADA був розроблений англійською фірмою Jade Software в 1995 р. Sitex увібрав у себе сучасні теоретичні погляди на побудову SCADA-пакетів та практичний досвід роботи в галузі промислової автоматизації.

Пакет Sitex спроектований так, щоб задовольнити найвибагливіші запити в галузі моніторингу та систем управління. Цей SCADA-пакет забезпечує багато

можливостей, які зазвичай відсутні у його аналогів, що базуються на ПК, і його ціна нехарактерна для пакетів реального часу, що працюють у середовищі операційних систем у стандарті POSIX. Потужністю та структурою Sitex зобов'язаний операційній системі QNX. Завдяки системі абсолютних пріоритетів, реалізованих в архітектурі мікроядра, QNX ідеальна для таких програм. Ця операційна система має власні засоби для роботи в мережі, що забезпечують швидкий зв'язок, стійкий до відмов (FLEET), рівномірне завантаження та надмірність мережі. QNX повною мірою реалізує можливості, що надаються сучасними процесорами, так як програми у цьому середовищі працюють у захищеному режимі, повністю використовуючи 32-розрядний код. Механізм абсолютних пріоритетів QNX дозволяє вести паралельну обробку: наприклад, в одному вікні можна стежити в реальному часі за трендом на дисплеї, що відображає процес, і водночас модифікувати бази даних в онлайн-режимі.

POSIX-подібна, надійна файлова система робить дані користувача більш захищеними. Графічний інтерфейс Open Look, що забезпечується графічним середовищем QNX Windows і використовується в Sitex, полегшує його вивчення і використання. Декілька вікон можуть бути відкриті одночасно, причому всі вони будуть оновлюватися в режимі реального часу. Основу Sitex становлять кілька серверів (баз даних, введення-виводу, передісторії та швидкої передісторії) та адміністраторів (доступу, управління, повідомлень, вихідних даних).

Далі скрізь під сервером розуміється програмний компонент, а чи не окремий комп'ютер. Кожен сервер Sitex може підтримувати одночасно роботу декількох серверів введення-виводу.

У Sitex реалізовано дуже потужну систему управління тривогами, яка має 99 пріоритетів. Для числових даних контролюються значення параметра за такими рівнями: hi ("верхнє"), hi-hi (верхнє критичне), lo ("нижнє"), lo-lo (нижнє критичне), а також швидкість зміни параметра. Sitex веде багатосторінковий журнал тривог з можливістю перегляду за пріоритетом та хронологією, в який включає крім "штатних" та повідомлення по тривогах, що визначаються користувачем. Крім того, виявлені тривоги залишаються у списку до моменту підтвердження і запис

проводиться у добові файли тривоги/подій з автоматичною обробкою послідовностей подій.

Sitex надає тимчасові позначки записам тривоги з роздільною здатністю 1 мс, проте він здатний реєструвати кілька сотень повідомлень в секунду з цією інтенсивністю. При перегляді журналу тривоги вкрай корисною є можливість, натиснувши мишею на рядку тривоги, що цікавить, відразу побачити місце (на екранній формі), де ця тривога відбулася.

Оцінивши всі переваги та недоліки перерахованих SCADA-пакетів, для розробки людино-машинного інтерфейсу був обраний пакет RSVIEW32, як найбільш доступний і надає найсучасніші та перевірені на сьогоднішній день рішення в галузі програмного забезпечення для сфер діяльності підприємств від цехів до верхнього рівня та за його межами у вигляді мережі Internet.

4.7 Опис програми

Під час запуску програми інтерфейсу оператора відкривається вікно з пропозицією ввести ім'я користувача та пароль.

Програма складається з 4 вікон:

- 1) головне вікно програми;
- 2) вікно аварій;
- 3) вікно трендів;
- 4) вікно історичних трендів;

При правильному введенні пароля та імені користувача, відкривається вікно із зображенням головного екрана. На головному екрані показано весь об'єкт автоматизації повністю. У цьому вікні відображаються аварії, зміна параметрів, що вимірюються приладами. Внизу кожного вікна є меню навігації, з якого можна здійснювати перехід між екранами. Також така можливість реалізована за допомогою гарячих клавіш.

На кожному вікні відображаються вимірювані параметри та аварії. На вікні трендів є можливість відстеження зміни значень параметрів у графічному вигляді. Є можливість прокручування зображення по осях, зміни масштабу даних.

На вікні аварій фіксуються всі, що відбуваються на об'єкті аварії. Ведеться підрахунок загальної кількості аварій, також можна виставляти пріоритет, з яким аварії будуть відображатися.

Також є спливаюче вікно подій, що з'являється при виникненні аварії, до якої прив'язане це вікно (задається розробником).

Управління засувками і двигунами передбачено як автоматичне, і ручне, зміни способу завдання відсотка відкриття є спеціальна кнопка, розташована поруч із зображенням механізму.

Для виходу із системи можна натиснути кнопку в меню навігації або скористатися поєднанням клавіш Ctrl+End.

6 РОЗРАХ УНКОВА ЧАСТИНА

6.1 Ідентифікація технологічного об'єкта управління (ТОУ)

Система автоматичного регулювання, що утворюється при поєднанні об'єкта регулювання та регулятора, є єдиною динамічною системою, статичні та динамічні властивості якої визначаються в основному такими трьома факторами: статичними та динамічними властивостями об'єкта; статичними та динамічними властивостями регулятора; величиною, характером та місцем застосування обурень.

Властивості простого об'єкта регулювання визначаються його параметрами: постійного часу T , коефіцієнтом статизму, або самовирівнювання, δ , або зворотною величиною - коефіцієнтом передачі (або посилення) do - і часом запізнення τ або безрозмірним коефіцієнтом

$$\psi = T/\tau.$$

Властивості регулятора визначаються законом регулювання, структурою, динамічними властивостями окремих ланок, характером роботи регулюючого органу (безперервна, уривчаста), зоною нечутливості тощо.

Налаштування регулятора має забезпечувати певний запас стійкості системи автоматичного регулювання та належну якість регулювання (за статичною та динамічною помилками, швидкодією, коливальністю тощо). Правильний вибір типу та налаштування регулятора є складним завданням, особливо враховуючи необхідність одночасного забезпечення оптимальних техніко-економічних показників системи.

У технологічному процесі є кілька зосереджених об'єктів управління (водонапірний бак, збірник пом'якшеної води, напірний збоник, доводний чан і т.д.), управління якими проводиться певним законом регулювання. Реалізація законів регулювання проводиться промисловим контролером, програмне забезпечення

якого включають розрахунок налаштувань регуляторів для кожного об'єкта управління.

Змоделюємо та розрахуємо налаштування ПІД-регулятора на прикладі сортувального чану

Даний об'єкт управління є змішувач (відбувається змішування спирту з водою до отримання водно-спиртової суміші (горілки) 40%)

Вихідні дані для моделювання сортувального чану:

$$D = 2 \text{ м};$$

$$L = 0,1 \text{ м};$$

$$Q = 0,0037 \text{ м}^3/\text{с}$$

Передатна функція змішувача описуватиметься наступним рівнянням:

$$W(p) = \frac{k}{T_a + 1} \quad (2.12)$$

де T_a - час розгону об'єкта

до – коефіцієнт посилення

$$T_a = \frac{V}{Q} \quad (2.13)$$

де V – обсяг змішувача

Q – расход

Q – витрата

Об'єм змішувача визначимо за формулою:

$$V_{\text{мес}} = \pi R^2 H \quad (2.14)$$

$$V = 3.14 \cdot 1^2 \cdot 0.1 = 0.314 \text{ м}^3$$

Знаючи обсяг змішувача, можна визначити час його розгону:

$$T_a = \frac{0.314}{0.0037} = 85 \text{ с} \quad (2.15)$$

Слідє, що передатна функція змішувача . $W(S) = \frac{1}{85s + 1}$.

Для того, щоб змоделювати систему управління змішувачем, необхідно також знати передавальні функції мембранно-виконавчого механізму та лінії зв'язку, якою йде командний сигнал на МІМ.

Вихідні дані для визначення передавальної функції МІМу:

Активна площа мембрани $S = 0.063 \text{ м}^2$

Жорсткість протидіючої пружини $C_{пр} = 0.0368 \text{ Н/м}$

Жорсткість мембрани $C_{мем} = 0.023 \text{ Н/м}$

Передатна функція МІМу описуватиметься наступним рівнянням:

$$W(p)_{\text{МІМ}} = K_{\text{МІМ}} \quad (2.16)$$

де:

$$K_{\text{МІМ}} = \frac{S}{C_{пр} + C_{мем}} \quad (2.17)$$

Таким чином, із рівняння (2.17) випливає: $W_{\text{МІМ}} = \frac{0.063}{0.0368 + 0.023} = 1.054$

Визначення передавальної функції лінії зв'язку (пневмопроводу)

$$W(p)_{\text{н.пр.}} = \frac{e^{-p\tau}}{T_p + 1} \quad (2.18)$$

Постійна часу дорівнює $T = 5\text{с}$;

Час запізнення:

$$\tau = \frac{l}{W_{\text{возд}}} = \frac{20}{20} = 1 \quad (2.19)$$

Передатна функція пневмопроводу матиме вигляд:

$$W(p)_{n.np.} = \frac{e^{-p}}{5p + 1}$$

Тепер, знаючи всі дані, необхідні моделювання, складемо модель змішувача в пакеті математичного аналізу MatLab 6.5.

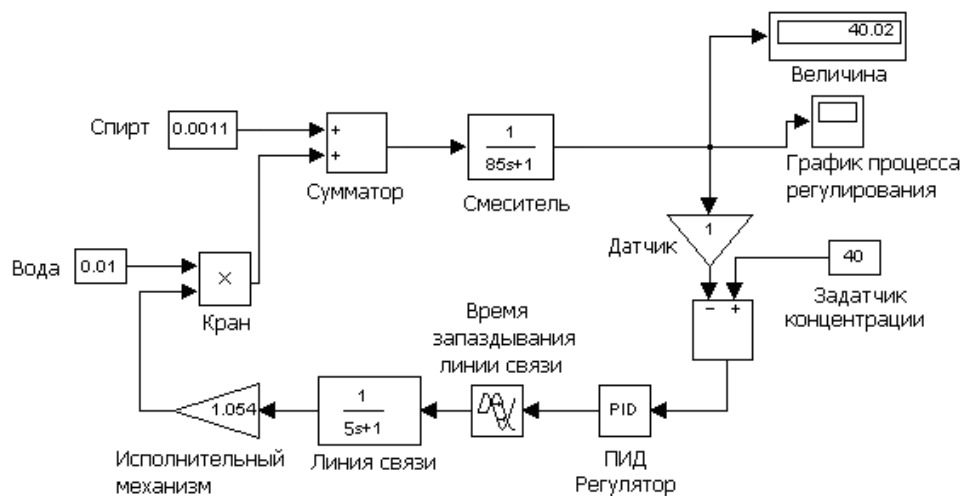


Рисунок 2.11 – Модель змішувача у середовищі Simulink пакету MatLab 6.5

Визначимо оптимальні налаштування ПІД-регулятора методом коливань.

Відповідно до цього методу розрахунок налаштувань регулятора проводять у два етапи:

1) за умови, що $C_0=0$ і $C_2=0$ розраховують критичну пропорційну складову $C_{1кр.}$, при якій АСР перебуватиме на межі стійкості та відповідну їй критичну частоту $\omega_{кр.}$;

2) за $C_{1кр.}$ та $\omega_{кр.}$ визначаються налаштування C_0 , C_1 , C_2 (інтегральної, пропорційної та диференціальної складових відповідно), що забезпечують ступінь згасання, що дорівнює 0,8-0,9.

Всі налаштування ПІД-регулятора зробимо рівними нулю (рисунок 2.12) і додаватимемо лише одну пропорційну частину доти, доки процес стане незатухаючим:

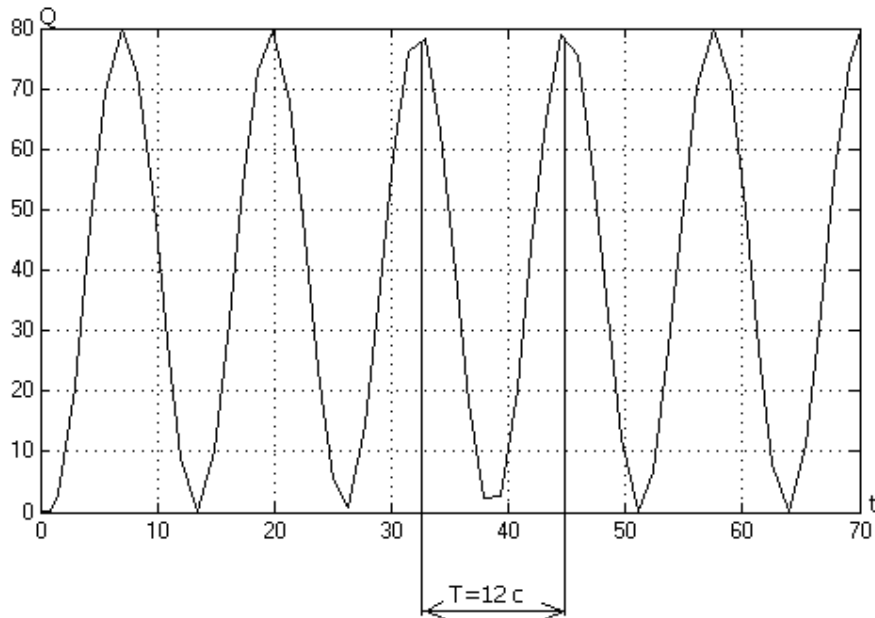


Рисунок 2.12 - Незагасаючий процес (пропорційна частина дорівнює 137)

З графіка незатухаючого процесу (рисунок 2.12) визначимо період T і межу стійкості $C_{1\text{крит.}}$.

$$T = 12 \text{ c}$$

$$C_{1\text{крит.}} = 137$$

Далі визначимо критичну частоту $\omega_{\text{крит.}}$:

$$\omega_{\text{крит.}} = \frac{2 \cdot \pi}{T} = \frac{2 \cdot 3,14}{12} = 0,523 \text{ рад / c} \quad (2.20)$$

Тепер за формулами визначимо налаштування ПІД-регулятора:

$$C_1 = 0.6 \cdot C_{1крит.} = 0.6 \cdot 137 = 82.2$$

$$C_0 = 0.192 \cdot C_{1крит.} \cdot \omega_{крит.} = 0.192 \cdot 137 \cdot 0.523 = 13.7$$

$$C_2 = 0.471 \cdot \frac{C_{1крит.}}{\omega_{крит.}} = 0.471 \cdot \frac{137}{0.523} = 123.4$$

Отримані налаштування підставимо в нашу модель для П-ПД-ПІД-регулятора (рисунок 2.11).

В результаті для П-регулятора вийшов графік:

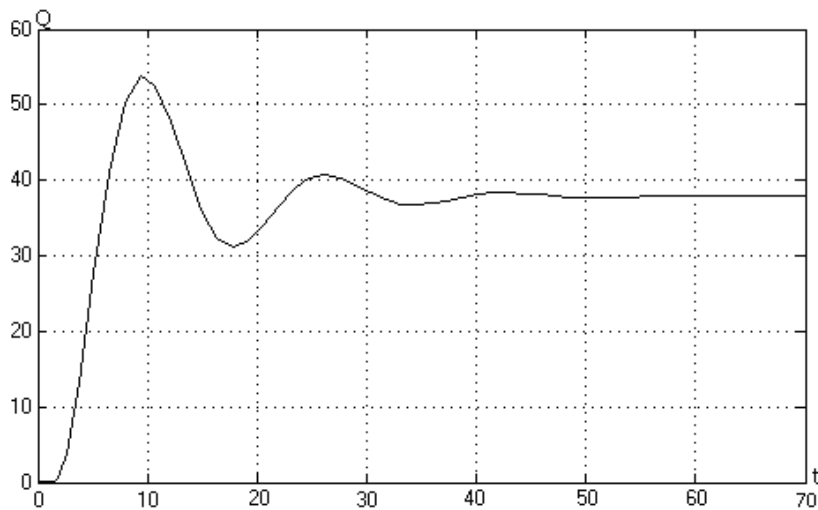


Рисунок 2.13 – Графік процесу регулювання (П-регулятор)

Для ПД-регулятора вийшов графік такого виду:

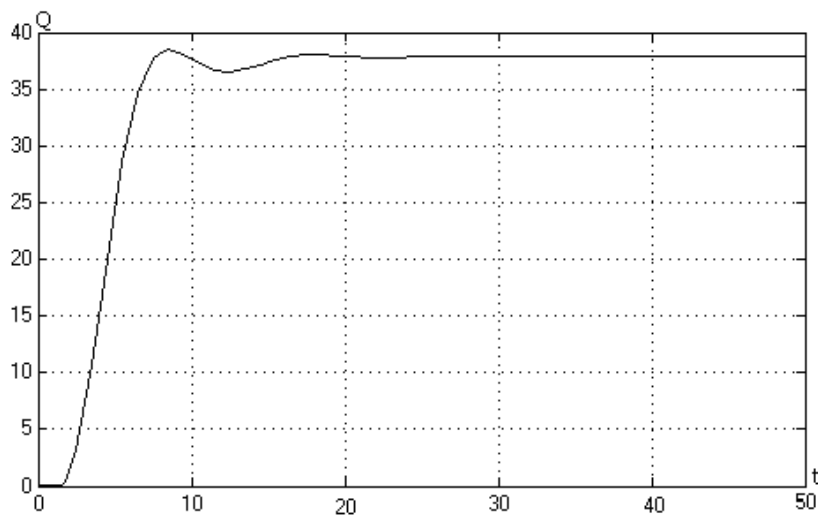


Рисунок 2.14 – Графік процесу регулювання (ПД-регулятор)

Для ПІД-регулятора вийшов графік наступного виду

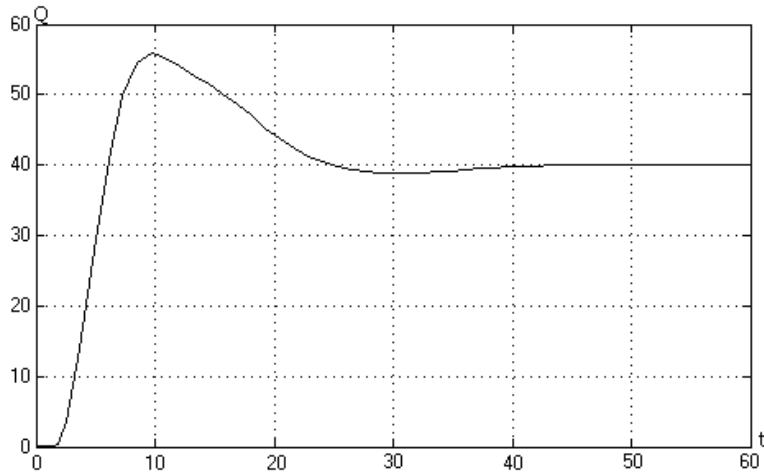


Рисунок 2.15 – Графік процесу регулювання (ПІД регулятор)

Отримані дані зведемо в таблицю:

Таблиця 2.8 – Параметри настройки ПІД-регулятора

Настройки ПІД-регулятора			Час регулювання, с	Пере-регулювання, %	Статична похибка, %	Примітка
П	И	Д				
82,2			48	34	5	- тривалий час регулювання; - велика статична помилка;
82,2		123,4	24	10	6,5	- наявність великої статичної помилки
82,2	13,7	123,4	40	35	0	- Відсутність статичної помилки; - час регулювання задовольняє цьому ТП

Аналізуючи, графіки можна дійти висновку, що для даного об'єкта регулювання (сортувального чана) оптимальним регулятором є ПІД-регулятор, т.я. він найбільше забезпечує якість процесу регулювання, а саме: відсутність статичної, низькою коливальністю процесу регулювання, і навіть швидкодії системи регулювання, що відповідає даного процесу.

ВИСНОВОК

При виконанні роботи був вивчений технологічний процес виробництва емалі, проведений аналіз на пожежо- та вибухонебезпечність, токсичність, агресивність.

При виборі засобів автоматизації технологічного процесу, були вибрані сучасні засоби вимірювання. В якості вторинних пристроїв використовувалась мікропроцесорна техніка.

Так як процес складний, з великою кількістю взаємозв'язаних параметрів, він потребує високої якості контролю і регулювання. В бакалаврській роботі були використані мікропроцесорні індикатори, регулятор та інші прилади вибрані з каталогів сучасних компаній по виробництву засобів автоматизації.

Після аналізу технологічного процесу були визначені параметри регулювання, контролю, сигналізації, обґрунтовний вибір засобів автоматизації.

Після проведення розрахункової частини до даного процесу, можна зробити висновок, що застосування сучасних технологій покращило роботу системи виробничого процесу, тому після перевірки робимо висновок, що модель є адекватною і готовою до роботи.

Література

1. Регламент технологічного процесу виробництва мурашиної кислоти солі диметиламіну.
2. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою ДСТУ Б В.1.1-36:2016
<http://ngpu.org.ua/sites/default/files/%20D0%B2%D0%B8%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B3%D0%BE%D1%80%D1%96%D0%B9%20D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%BC%D1%96%D1%89%D0%B5%D0%BD%D1%8C.pdf>
3. Категорії виробництв з точки зору пожежовибухонебезпеки [Електронний ресурс]. - Режим доступу:
https://pidru4niki.com/15931106/bzhd/kategoriyi_virobnitstv_tochki_zoru_pozhezhovibuhonebezpeki
4. Перелік будівель, споруд, приміщень і відкритих технологічних майданчиків з установленням їх категорій за вибухопожежною та пожежною небезпекою, а також класів вибухо- і пожежонебезпечних зон - класифікація вибухонебезпечних та пожежонебезпечних зон [Електронний ресурс]. - Режим доступу:
<https://leg.co.ua/instrukcii/ohrana-truda/perelik-budivel-sporud-primischen-i-vidkritih-tehnologichnih-maydanchikiv-z-ustanovlenniam-yih-kategoriiv-za-vibuhopozhezhnoyu-ta-pozhezhnoyu-nebezpekoyu-a-takozh-klasiv-vibuho-i-pozhezhonebezpechnih-zon-7.html>
5. Process Control of Technological Processes [Електронний ресурс]. - Режим доступу:
https://www.ispatguru.com/process-control-of-technological-processes/?utm_source=rss&utm_medium=rss&utm_campaign=process-control-of-technological-processes
6. Deciding Upon Control-System Technology [Електронний ресурс]. - Режим доступу:
<http://www.ethanolproducer.com/articles/1456/deciding-upon-control-system-technology>
7. В.А. Голубятников, В.В. Шувалов Автоматизация производственных процессов в химической промышленности, – М.: Химия, 1972. – 248с.
8. Проектування систем автоматизації: Навч пос. / М.С. Пушкар, С.М. Проценко, 2013.- 268 с.
9. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справ пос. / А.С. Клюев Б.В. Глазов, А.Х. Дубровский, А.А. Клюев; под ред. А.С. Клюева – М.: Энергоатомиздат, 1990.-464 с.
10. A Guide to the Automation Body of Knowledge (2nd Edition) Trevathan, Vernon L. (2006) [Електронний ресурс]. - Режим доступу:

https://app.knovel.com/web/toc.v/cid:kpAGABKE07/viewerType:toc//root_slug:guide-automation-body?b-cat-name=Process%20Design%2C%20Control%20%26%20Automation&b-cat-slug=process-design-control-automation&b-cat-id=197&b-order-by=name&b-sort-by=ascending&b-filter-by=all-content

11. Автоматизация производственных процессов: Пособие. / И.В. Ельперин, О.М. Пупена, В.М. Сидлецкий, С.М. Швед. — К.: Издательство Лира-К, 2015— 340 с.
12. Термопреобразователи с унифицированным выходным сигналом погружаемые [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://termopribor.com/termopreobrazovateli-s-unifitsirovannim-vihodnim-signalom-pogruzaemie-i-podshipnikovie-tsmu-014-tspu-014-tsmu-015-tspu-015/>.
13. Датчики тиску BD SENSORS DMP 331 (ДМП 331) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.ukrteh.kiev.ua/page/prod/name=66>
14. Цифровой преобразователь “DSP–01 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://grempis.com.ua/dsp/>
15. Уровнемеры Сапфир-22 ДУ, 22 ДУ-Вн, 22 ДУ–Ех [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.ukrteh.kiev.ua/page/text/category=level>
16. Датчик САПФИР-22 ДУ [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://standart-m.com.ua/kipia/datchiki-davleniya/datchik-sapfir-22-du>
17. Универсальный газоанализатор токсичных та горючих газов ГАНК-4 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://proflab.com.ua/produkt/product-details/2282-gazoanalizatory-gank-4-a-r-ar.html>.
18. Клапан регулирующей пневмоприводом PV25I PN40 Valsteam ADCA [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://primatrading.com.ua/product/klapan-reguliruyuschiy-pv25i-pn16-dn15-valsteam-adca>
19. Преобразователь частоты Delta Electronics VFD007EL43A https://chastotnik.com.ua/media/manuals/%D0%9F%D1%80%D0%B5%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B%D0%B8%20%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%82%D1%8B/Delta_Electronics/VFD-E/chastotnik_VFD_E.pdf.
20. Преобразователь частоты Delta Electronics VFD022E43A [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://ewi-engineering.com.ua/delta-vfd022e43a-22-kvt-400-v.html>.
21. Каталог. Продукция ОВЕН, – М.: 2008. – 256 с.
22. Каталог. Продукция фирмы Микрол, – Россия.: 2009. – 194 с.

23. А.И. Бояринов, В.В. Кафаров Методы оптимизации в химической технологии, – М.: Химия, 1969. – 564с.
24. Каталог. Устройства плавного пуска фирмы АББ, – М.: 2009 – 54 с.
25. Худoley Г.М. Конспект лекцій і практик з ТАУ, 2015.
26. Advanced PID Control Åström, Karl J.; Hägglund, Tore (2006)
https://app.knovel.com/web/toc.v/cid:kpAPIDC001/viewerType:toc//root_slug:advanced-pid-control?b-cat-name=Process%20Design%2C%20Control%20%26%20Automation&b-cat-name=Process%20Design%2C%20Control%20%26%20Automation&b-cat-slug=process-design-control-automation&b-cat-id=197&b-order-by=name&b-sort-by=ascending&b-filter-by=all-content
27. Методические указания по оформлению курсовых и дипломных проектов. Инструктивные материалы. Для студентов специальности 6.091401 "Компьютеризованные системы управления и автоматики". - Сумы.: СумГУ, 1998. – 77 с.
28. Інструктивні вказівки до виконання курсових і дипломних проектів / укладачі : В. Д. Черв'яков, О.Ю. Журавльов, І.В. Щокотова. – Суми : Сумський державний університет, 2013. – 69с.
29. ДСТУ Б А.2.4-3:2009 Національний стандарт України. Правила виконання робочої документації автоматизації технологічних процесів.
30. Усатенко С.Т., Каченюк Т.К., Терехова М.В. Выполнение электрических схем по