

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Шосткинський інститут
Кафедра системотехніки та інформаційних технологій

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до дипломного проекту

СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ
РЕКУПЕРАЦІЇ СПИРТОВО-ЕФІРНИХ СУМІШЕЙ

Керівник проекту

Пата П.С.

Проектант:
студент гр. СУ71-Ш8

Шарпан Я.Е.

ЗМІСТ

Список скорочень та умовних позначень	3
Вступ.....	4
1 Конструктивно-технологічний аналіз об'єкта автоматизації	6
2 Вибір параметрів технологічного процесу	10
3 Вибір каналів контролю та управління	13
4 Розробка структурної схеми системи управління	18
5 Вибір засобів автоматизації.....	22
6 Алгоритм роботи системи управління	44
7 Опис електричної схеми управління електродвигунами.....	47
8 Розрахункова частина	49
Висновок.....	63
Список використаних джерел	64

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АРМ – автоматизоване робоче місце

П-регулятор – пропорційний регулятор

ПК – персональний комп'ютер

ППП – пристрій плавного пуску

ПЧ – перетворювач частот

ПК – персональний комп'ютер

САР – система автоматичного регулювання

САУ – система автоматичного управління

ТО – термоперетворювач опору

ЦП – центральний процесор

ПІ-регулятор – пропорційно-інтегральний регулятор

АТП – автоматизація технологічного процесу

АСУ – автоматизована система управління

ПІД-регулятор – пропорційно-інтегрально-диференційний регулятор

ПЛК – програмний логічний контролер

ПВС – пароповітряна суміш

ВСТУП

Автоматизація технологічних процесів (АТП) є одним з вирішальних, головних та найважливіших факторів підвищення та зміцнення продуктивності умов праці і її поліпшення в даній сфері.

Автоматизація призводить до поліпшення головних та найважливіших показників ефективності виробництва: збільшення кількості виготовленої продукції, зростання якості та зниження собівартості зробленої продукції, підвищення продуктивності праці робтників. Впровадження автоматичних пристроїв забезпечує найбільшу якість виготовленої продукції, сильне скорочення браку і відходів, зменшення витрат сировини з якої виготовляється продукція та економії затраченої на неї енергії, зменшення чисельності багатьох робітників. Також впровадження спеціальних автоматичних пристроїв сприяє безаварійній роботі технологічного процесу, усуває або зменшує випадки травматизму робочих, попереджає або блокує забрудненні навколишнього середовища.

Комплексна автоматизація виробництв хімічної промисловості передбачає не тільки автоматичне забезпечення та стабільного протікання процесів виробництва з використанням різних автоматичних електронних пристроїв (контролю, сигналізації та регулювання), а й автоматичного керування пуском (СТАРТ) і зупинкою (СТОП) апаратів, для виконання ремонтних робіт та демонтажу встановлених на АТП апаратів у випадку критичних ситуацій [2].

Завдання, які вирішуються при автоматизації сучасних хімічних виробництв, є складними тому їм слід приділяти найбільше уваги та часу. Широке застосування знаходять системи автоматичного регулювання (САР), що забезпечують максимально ефективно та найбільш безпечно функціонування технологічного об'єкта при мінімальних витратах на виготовлену продукцію сировини, енергії і т. п.

Завданням цієї дипломної роботи є вирішення безліч обов'язкових та найголовніших питань, пов'язаних з розробкою системи управління процесом рекуперації спиртово-ефірних сумішей. Дане завдання вирішується за допомогою впровадження сучасних засобів АТП, а також мікропроцесорної техніки, яка дає можливість контролювати технологічний процес з великою точністю та на безпечній відстані, у агресивних та токсичних середовищах.

Актуальність виконання проекту системи управління процесом рекуперації спиртово-ефірних сумішей полягає у необхідності виведення виробництва на новий технологічний та більш безпечний рівень управління процесами, що дозволить отримувати продукцію заданої якості, зменшить брак, зменшить відходи, та покращить умови роботи персоналу або його замінить.

Основний зміст роботи викладено в розділах які будуть нижче, де: виконано конструктивно-технологічний аналіз об'єкта автоматизації, вибрано параметри технологічного процесу, вибрані

канали контролю та управління, розроблена структурована схема системи управління, зроблено вибір засобів автоматизації, зроблено алгоритм роботи системи управління електродвигунами, та розрахована розрахункова частина дипломного проекту. Закінчується все висновками та списком джерел. [3].

1 КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА АВТОМАТИЗАЦІЇ

1.1 Опис технологічного процесу [1]

Процес рекуперації спиртово-ефірних сумішей заснований на здатності адсорбувати - тобто поглинати пари спирту і ефіру, поверхневим шаром активного вугілля.

Технологічний процес рекуперації спиртово-ефірних летючих сумішей має варіант, двофазного циклу.

Двофазний цикл улову пароповітряної суміші ПВС (спирту і ефіру) складається з двох самостійних операцій абсорбції і десорбції.

Пароповітряна суміш з місць випарника з виробничих будівель відсмоктується двома компресорами поз.1 і направляється по трубопроводу до адсорбуючих установок поз.4.

До надходження пароповітряна суміш проходить через фільтри поз.2, де очищається від пилу та бруду, після чого проходить вогнеперешкоджувач поз.3 бо ПВС є вибухо та пожежо небезпечною, вона надходить в горизонтальні рекупераційні установки поз.4, де головним апаратом є адсорбер, на половину заповнений активним вугіллям 200кг.

ПВС насичує (адсорбує) собою активне вугілля, тривалість процесу адсорбції залежить від концентрації парів спирту і ефіру в пароповітряної суміші, що надходять до рекупераційних установок, від кількості вугілля в адсорберах, від активності вугілля і за часом не регламентується.

При поглинанні парів спирту і ефіру активним вугіллям виділяється теплота адсорбції, але помітного підвищення температури не спостерігається так, як протягом всього процесу адсорбції відбувається випаровування води з витратою тепла. У насиченості можуть перебувати 2-3 адсорбера одночасно.

При виявленні "проскакування" в останньому адсорбері парів спирту чи ефіру, основні апарати поз.4 переводяться в режим десорбції. Десорбція – це, процес видалення адсорбованої ПВС з активного вугілля у адсорбері.

При автоматичному перемиканні адсорберів з насичення на відгонку (десорбцію), адсорбери автоматично відключають (закривають) електроклапаном подачу ПВС від газопроводів, і на виході до атмосфери. Після чого, поглинені пари відганяють з вугілля гострою водяною парою таким чином: гостра пара з парової магістралі під тиском 2-3 атмосфери подається в барботер який розташований в адсорбері під шаром вугілля.

Сушка та охолодження вугілля поєднуються з процесом адсорбції, для чого суміш парів, розчинників і повітря подається в адсорбер з підігрівом до 55 ... 65°C. проходить з низу до верху через шар вугілля. Адсорбовані розчинники виділяються з вугілля в пароподібному стані і відводяться з адсорбера до конденсатора разом з водяною парою. Склад і температура пари, що

надходять на конденсацію не є постійною і змінюється в процесі десорбції.

Інтенсивність процесу десорбції залежить від тиску пари і його температури. У початковий момент десорбції, водяна пара що надходить в адсорбер, витісняє з адсорбера ефір, оскільки ефір має низьку температуру кипіння 34,5 ° С. Ця суміш парів спирту і ефіру проходить через конденсатор поз.5. Отримана потрійна суміш після конденсатора надходить через сепаратор поз.6 де розділяється окремо на спирт, ефір та воду, звідти кожна суміш поступає до бака зберігача поз.8. З особистого бака спирт, ефір, та вода відцентровим насосом поз.9 перекачується в цех №4.

Після закінчення десорбції адсорбер знову перемикається на адсорбцію (насичення). Повітря очищене від парів розчинників в адсорберах проходить по вихлопній трубі і стравлюється в атмосферу.

Підігрів шару вугілля в адсорберах триває 15..20 хвилин. Замір температури не проводиться. У перший період десорбції в конденсаторі переважає ефір, в кінці - спирт і вода.

Тривалість процесу десорбції для кожної рекупераційної установки не постійна і залежить від природи поглинача і якості та кількості пара який подається.

Після закінчення десорбції адсорбер знову перемикається на адсорбцію (насичення).

Перевага двофазного циклу полягає в тому що він дає можливість більш повно використовувати обладнання рекупераційних установок.

Недолік рекуперації є низька активність вугілля після десорбції, вона може досягатися 15..20% до маси вугілля, але в період адсорбції відбувається підтримка вугілля і його вологості, до кінця процесу доходить до 2 .. 10%.

1.2 Пристрій основного апарату.

Основним апаратом у виробництві рекуперації спирто-ефірною суміші є горизонтальний адсорбер зображений на Рисунку .

Адсорбер працює в двох режимах: адсорбція ПВС, та десорбція спиртово-ефірної суміші.

В адсорбер завантажують активне вугілля на 1/2 апарату, через котрий проходить ПВС де адсорбується в спирто-ефірну суміш.

Після закінчення адсорбції з настанням моменту "проскакування" адсорбер перемикається на десорбції. Адсорбери автоматично відключаються від системи газоходів закриванням електроклапану з боку надходження пароповітряної суміші і на виході в атмосферу закриванням клапану.

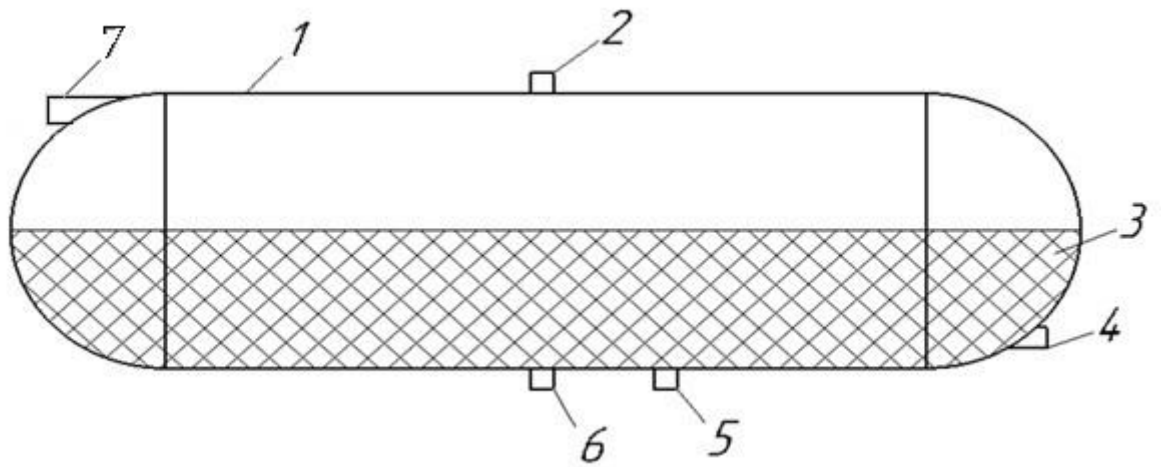


Рисунок 1 – Горизонтальний адсорбер

1- корпус; 2 - штуцер для відводу ПВС яка не наситилась, до наступного апарату; 3 - вугілля; 4 - штуцер для подачі гострої пари; 5 - штуцер для відведення конденсату; 6 – штуцер для подачі ПВС суміші; 7 - штуцер для відводу насиченої ПВС з вугілля

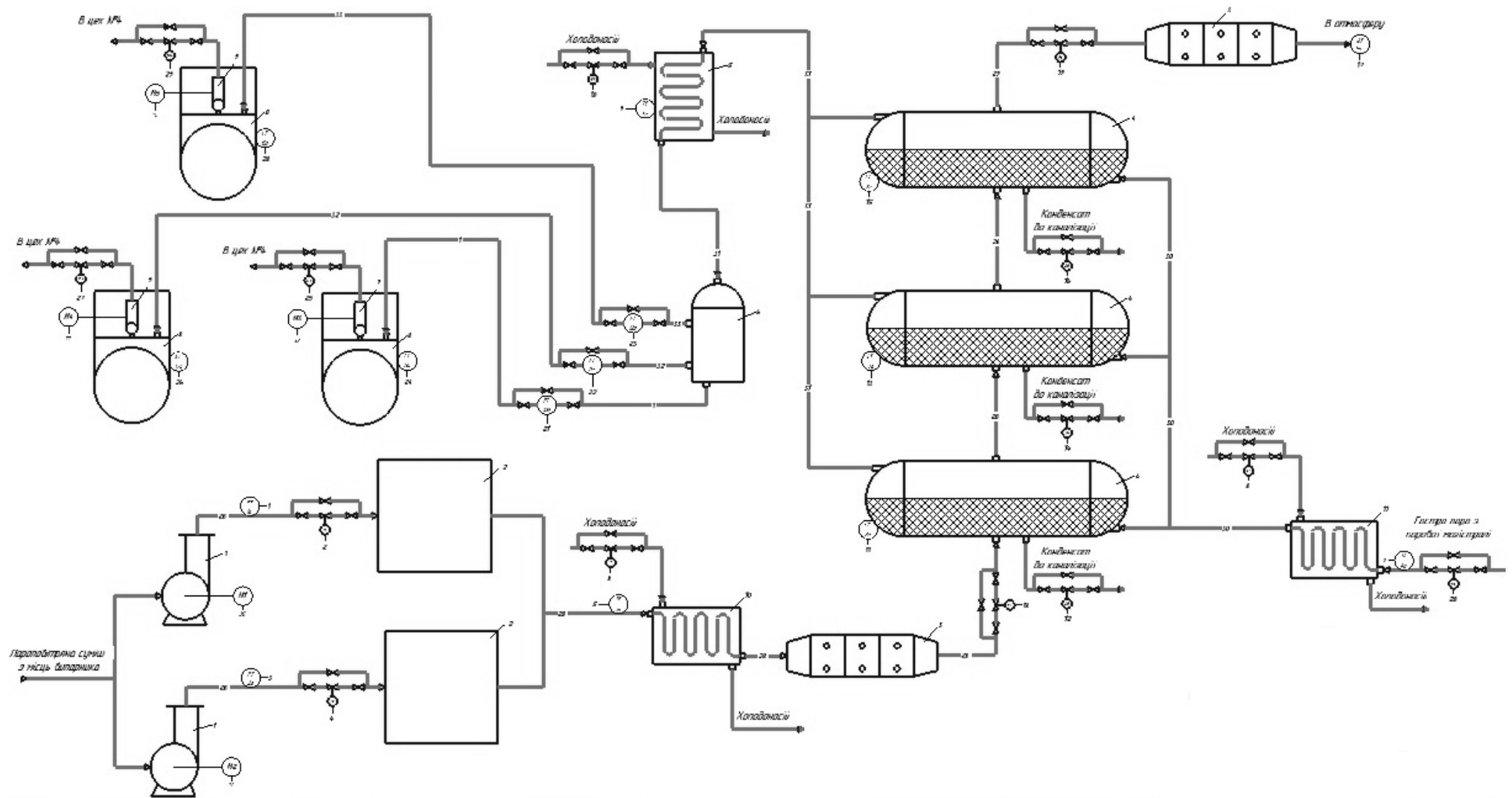


Рисунок 1.1 – Технологічна схема процесу рекуперації спиртово-ефірних сумішей

2 ВИБІР ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

Виходячи з аналізу технологічної схеми (рис. 1.1) і процесу виробництва параметри для сигналізації, контролю і управління наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Перелік параметрів

Параметр	Позиція технологічної схеми	Функція	Відхилення	Значення	
				Min	Max
Тиск	Компресор 1	Контроль, управління	5%	3 кг с/см ²	3 кг с/см ²
Тиск	Компресор 2	Контроль, управління	5%	3 кг с/см ²	3 кг с/см ²
Температура	Ємність для охолодження пароповітряної суміші	Сигналізація, контроль, управління	5%	30°C	33°C
Температура	Ємність для охолодження гострої пари	Сигналізація, контроль, управління	5%	60°C	64°C
Температура	Конденсатор	Сигналізація, контроль, управління	5%	8°C	10°C м
Рівень	Адсорбер 1	Контроль, управління	5%	0,1 м	0,1 м
Рівень	Адсорбер 2	Контроль, управление	5%	0,1 м	0,1 м
Рівень	Адсорбер 3	Контроль, управління	5%	0,1 м	0,1 м
Концентрація спирту	Вогнеперешкоджувач	Контроль, управління	5%	5%	5%
Витрата	Бак зберігач 1	Контроль, управління	5%	0,185 л/хв.	0,185 л/ хв.
Витрата	Бак зберігач 2	Контроль, управління	5%	0,56 л/хв.	0,56 л/ хв.
Витрата	Бак зберігач 3	Контроль, управління	5%	1 л/хв.	1 л/хв.

Виходячи з обраних параметрів сигналізації, контролю і управління, структурна схема автоматизації має вигляд, представлений на рис. 2.1.

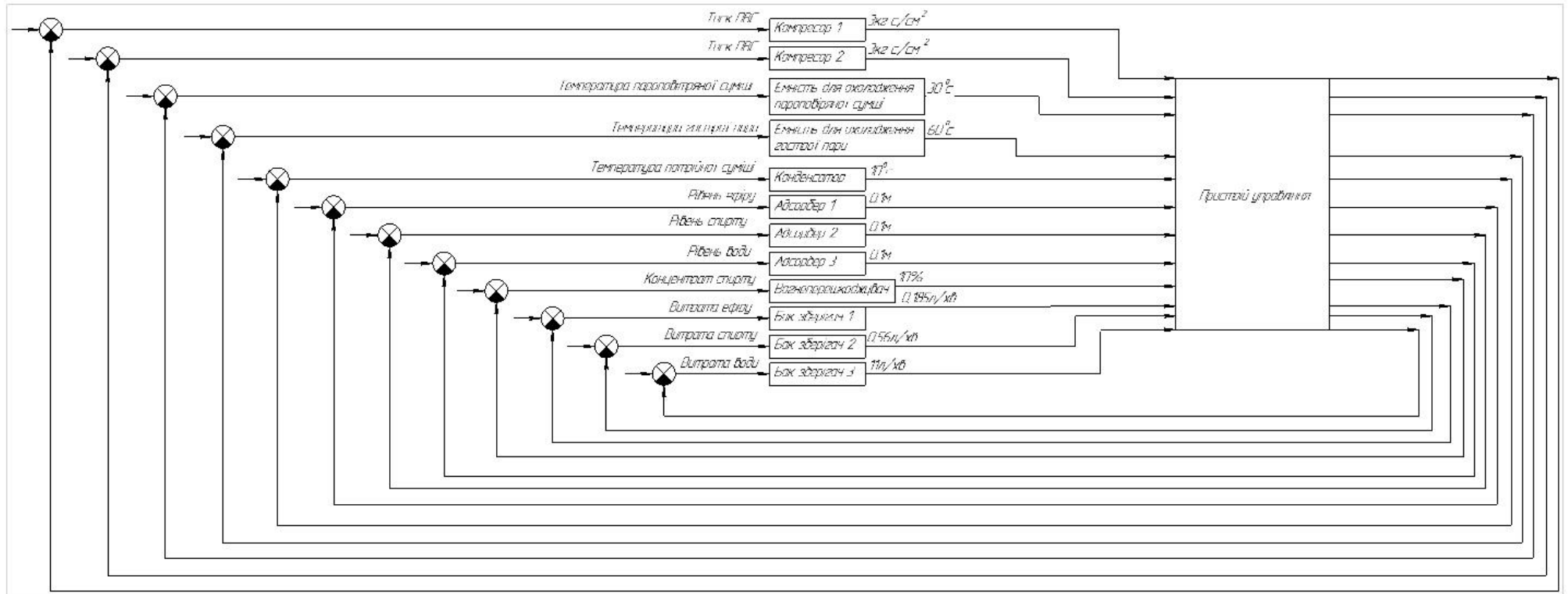


Рисунок 2.1 – Структурна схема автоматизації

3 ВИБІР КАНАЛІВ КОНТРОЛЮ ТА УПРАВЛІННЯ

3.1 Канали контролю і управління

3.1.1 Тиск подачі ПВС до головного апарату поз.1.

Для нормального протікання технологічного процесу ПВС необхідно підтримувати під тиском 3 кг/см^2 . Для цього після Компресорів поз.1 на трубопроводі встановленні датчики тиску, а після датчиків на трубопроводі встановлені електричні виконуючі механізми (керуючий електроклапан).

3.1.2 Температура ПВС в трубопроводі до головного апарату адсорбера поз.4.

Для безпечного проходження технологічного процесу необхідно підтримувати температуру ПВС яка надходить до адсорбера на значенні 30°C . Для цього трубопровід до адсорбера проходить через ємність в якому ймовірна подача холодоносія за допомогою керуючого електроклапану, встановлено датчик температури до ємності з холодоносієм, це необхідність для підтримки заданої температури.

3.1.3 Температура гострої пари для десорбції в адсорбері поз.11.

Для десорбції поглиненої ПВС необхідно підтримувати температуру поданої гострої пари яка надходить до адсорбенту в адсорбері на значенні 60°C . Для цього трубопровід з гострою парою до головного апарату проходить через ємність в якому ймовірна подача холодоносія за допомогою керуючого електроклапану, встановлено датчик температури до ємності з холодоносієм, це необхідність для підтримки заданої температури.

3.1.4 Температура потрійної суміші в конденсаторі поз.5.

Для розділу на ефір, спирт та воду необхідно підтримувати температуру поданої потрійної суміші, яка проходить через конденсатор поз.5, на значенні 10°C . Для цього в конденсатор подається холодоносій за допомогою керуючого електроклапану, датчик контролю подачі холодоносія встановлено в конденсаторі, це необхідність для підтримки заданої температури.

3.1.5 Рівень конденсату в головних апаратах адсорберах поз.4

Максимальний рівень конденсату в адсорберах поз.4 становить 0,1 метра, а рівень, необхідний для нормального протікання технологічного процесу, становить 0 метра. Для підтримки рівня для зливу конденсату в адсорберах встановлені датчики рівня, а на трубопроводі для зливу конденсату встановлені керуючі електроклапани.

3.1.6 Концентрація спирту, на виході в атмосферу, для перемикання режимів адсорберів.

Максимальний рівень концентрації спирту у повітрі повинен дійти до 5%, це необхідно для перемикання режимів адсорберу, та для стабільного протікання технологічного процесу, Для вияву необхідної концентрації встановлений датчик концентрація парів спирту у повітрі,на трубопроводі до виходу в атмосферу. Перемикання режиму здійснюється за допомогою керуючих

електроклапанів які закривають чи відкривають подачу, того чи іншого газу чи рідини, в залежності від режиму на який буде перемикались.

3.1.7 Рівень ефіру, спирту чи води в баку зберігачі поз.8

Максимальний рівень рідини в баку зберігача поз.2 становить 1 метр, це необхідно для безаварійного протікання технологічного процесу. Для підтримки рівня для зливу рідини з баку, встановлені датчики рівня, а на трубопроводі для зливу, в наступний цех, встановлені керуючі електроклапани.

3.2 Контури управління

3.2.1 Контур управління тиску подачі ПВС до головного апарату поз.1.

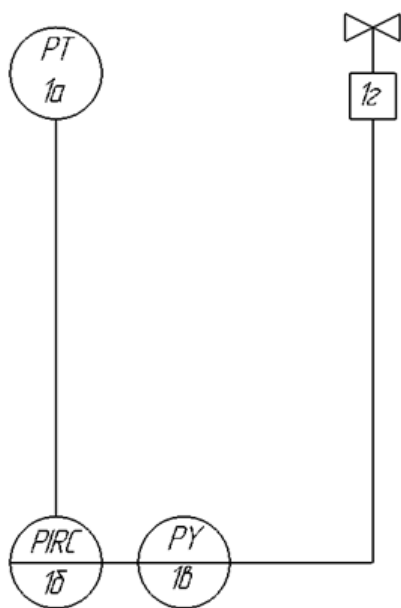


Рисунок 3.1 – Контур управління тиском

1а – датчик тиску ПД100ДИ-171; 1б – показуючий реєструючий сигналізуєчий регулюючий прилад ДИСК-250М; 1в – перетворювач аналогового сигналу ПАС 24-10 Ц24; 1г – двоходовий клапан Н625S з електроприводом AVK230A-3.

3.2.2 Контур управління температурою ПВС в трубопроводі до головного апарату адсорбера поз.4, контур управління температури гострої пари для десорбції в адсорбері поз.11, контур управління температурою потрійної суміші в конденсаторі поз.5.

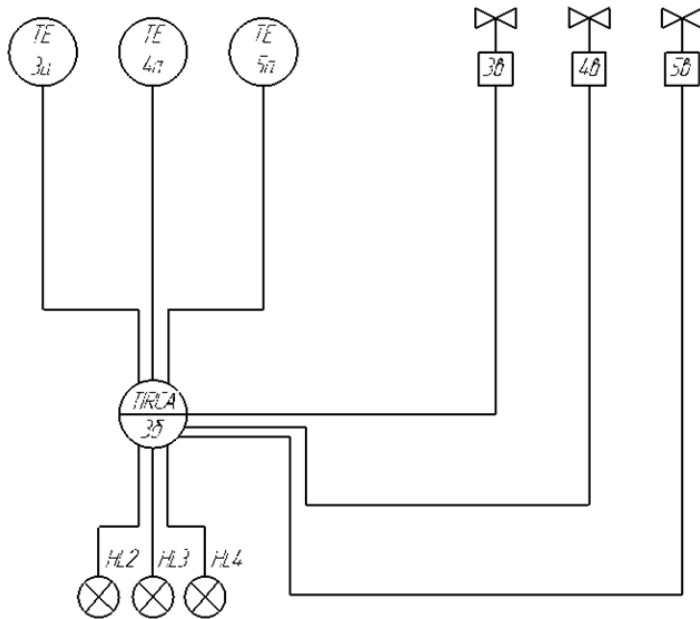


Рисунок 3.2 – Контур управління температурою

3а,4а,5а – термоперетворювач опору ТСП-8041Р; 3б – мікропроцесорний контролер МІК-51-07; 3в,4в,5в – двоходовий клапан Н625S з електроприводом AVK230А-3; HL2,HL3,HL4 – сигнальні лампи.

3.2.3 Контур управління рівня конденсату в головних апаратах адсорберах поз.4

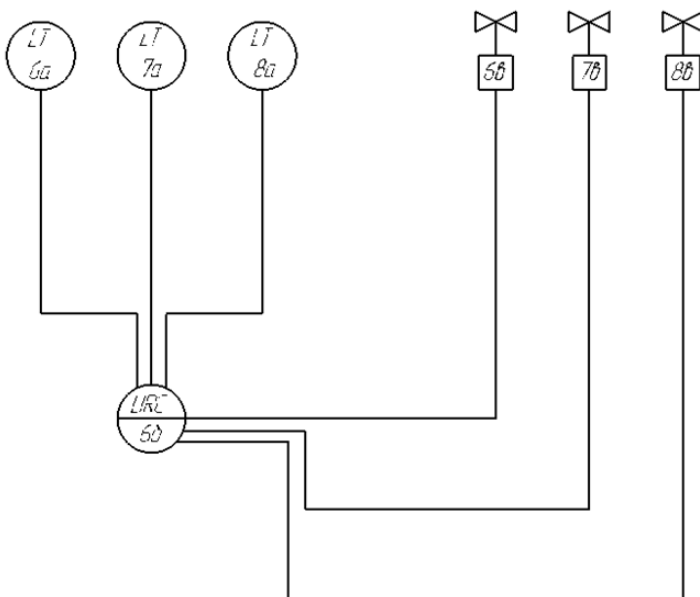


Рисунок 3.3 – Контур управління рівнем

6а,7а,8а – Поплавковий датчик рівня ПДУ-И; 6б – мікропроцесорний контролер МІК-51-07; 5в,6в,7в – двоходовий клапан Н625S з електроприводом AVK230А-3.

3.2.4 Контур контролю концентрації спирту, на виході в атмосферу, для перемикання режимів адсорберів.

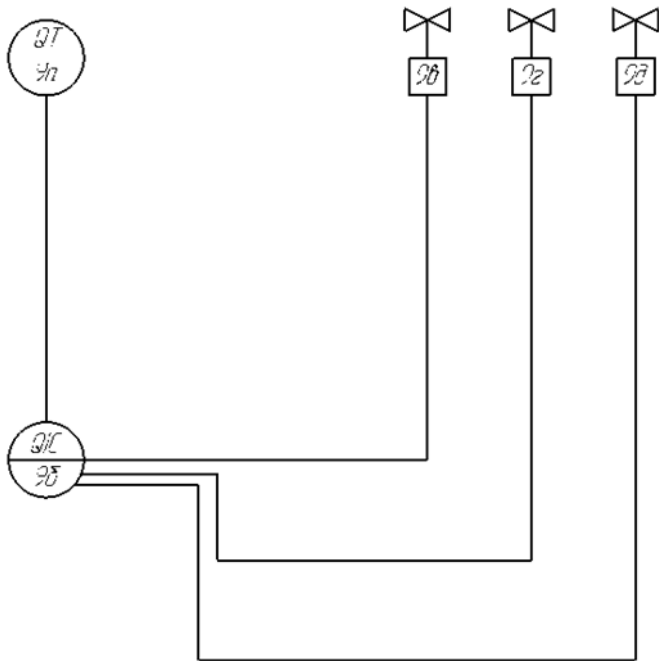


Рисунок 3.4 – Контур контролю концентрації спирту у повітрі

9а – Датчик спирту ADT-23-3425; 9б – мікропроцесорний контролер МІК-51-07; 9в,9г,9д – двоходовий клапан Н625S з електроприводом AVK230A-3.

3.2.5 Контур контролю витрати води, спирту та ефіру після сепаратора.

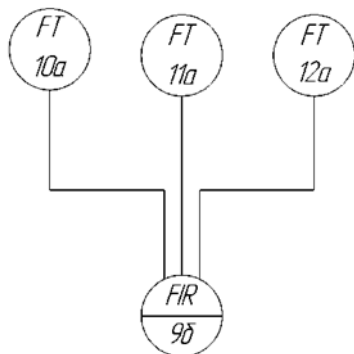


Рисунок 3.5 – Контур контролю витрати

10а,11а,12а – турбінний витратомір для рідин DPE-R; 9б – мікропроцесорний контролер МІК-51-07.

3.2.6 Контур управління рівнем ефіру, спирту чи води в баку зберігачі поз.8

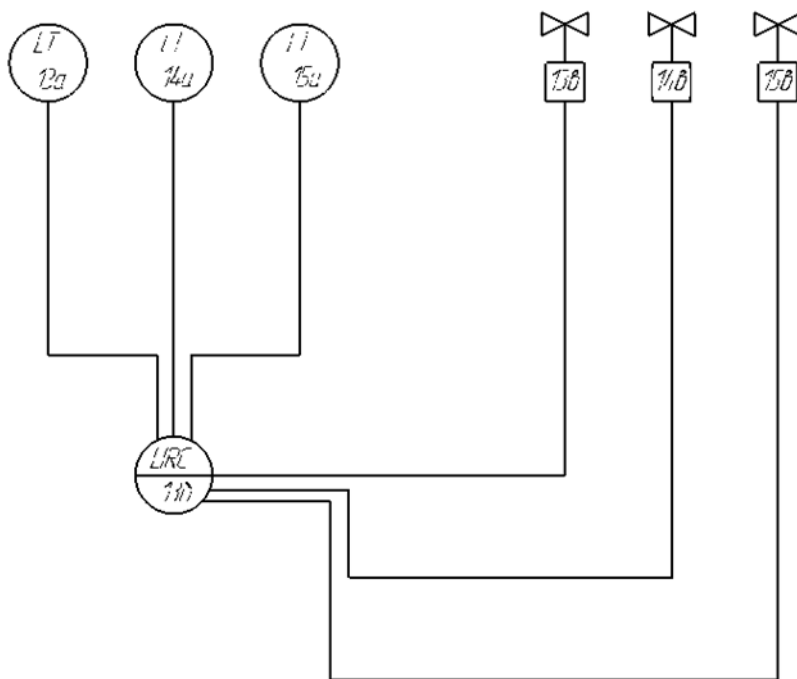


Рисунок 3.6 – Контур управління рівнем

13а,14а,15а – Поплавковий датчик рівня ПДУ-И; 13б – мікропроцесорний контролер МІК-51-07; 13в,14в,15в – двоходовий клапан Н625S з електроприводом АВК230А-3.

Відповідно за контурами і технологічною схемою розроблена функціональна схема [3] системи управління процесом рекуперації спиртово-ефірних сумішей (СУЗТ-71Ш.6.050201.10.А2)

4 РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

При розробці АТП слід брати погляд та побажання замовника того чи іншого проекту, сукупність архітектурних уявлень на проект автоматизованої системи управління та погляд, вміння, і навички виконавця для використання прийнятої в проект організації архітектури СУ. Стандарти не визначають суворого поняття архітектури автоматизованої системи управління. Однак, в структурі етапів процесу, створення автоматизованої системи управління, які визначаються, ГОСТ 34.602-89, необхідність в синтезі з'являється вже на перших стадіях розробки проекту у вигляді концепції автоматизованої системи управління, яка буде використовуватись для формування змістовної частини технічного завдання проекту автоматизованої системи управління (АСУ).

Архітектура автоматизованої системи (АС) - це концепція, що визначає структуру проєктованої АС, її функції і взаємозв'язок її основних компонентів та апаратів. Архітектура АС задає додаткову цінність проекту за допомогою встановлення підприємством структури взаємоднання системи та взаємозв'язків всіх основних апаратів та впроваджених систем автоматизованого управління. Ефект розробки архітектури на початковій стадії проекту АСУ зводиться в подальшому при її експлуатації до скорочення витрат:

- на збір всіх необхідних даних;
- на неправильний вибір найважливіших інвестицій;
- на переобладнання, пов'язані з нерозумінням розробника та замовником;
- на операційні експлуатаційні дії за рахунок створення і стандартизації ІТ на підприємстві.

Завданням розробки архітектури є створення фізичного, естетичного та психологічного простору, який сприятиме виконанню безпечного, автоматизованого управління ТП. До основних цілей архітектури, АСУ можна віднести:

Чітке формулювання для робочих припущень і напрямків політики підприємства щодо автоматизації виробництва процесу рекуперації спиртово-ефірної суміші.

Визначення простору автоматизованого управління виробничим і технологічним процесами підприємства за допомогою встановлення головних каналів, показників, досягнення їх найбільш ефективності та забезпечення каналів вимірювання, управління та контролю.

Конструктивно архітектура зазвичай визначається як набір відповідей на наступні питання:

1. Що робить система?
2. На які частини вона поділяється?
3. Як ці частини взаємодіють?
4. Де ці частини розміщені?

При проектуванні архітектури сучасних АСУ можна використовувати ряд відомих типових рішень:

- Файл-серверну архітектуру.
- Клієнт-серверну архітектуру.
- Трирівневу клієнт-серверну архітектуру.
- Архітектуру на основі Internet / Intranet- і CGI / API-технологій.

Клієнт-серверна архітектура може виконуватися в 2х варіантах. Основним фактором, що визначає архітектуру автоматизованої системи управління, є ступінь її централізації (рис. 4.1). Перший варіант використання середовища ІТ визначає, що менша частина роботи випадає на долю клієнта, тобто система повністю контролюється сервером (в разі АС ПЛК), а другий варіант означає, що велика частина роботи реалізується клієнтським АРМ.

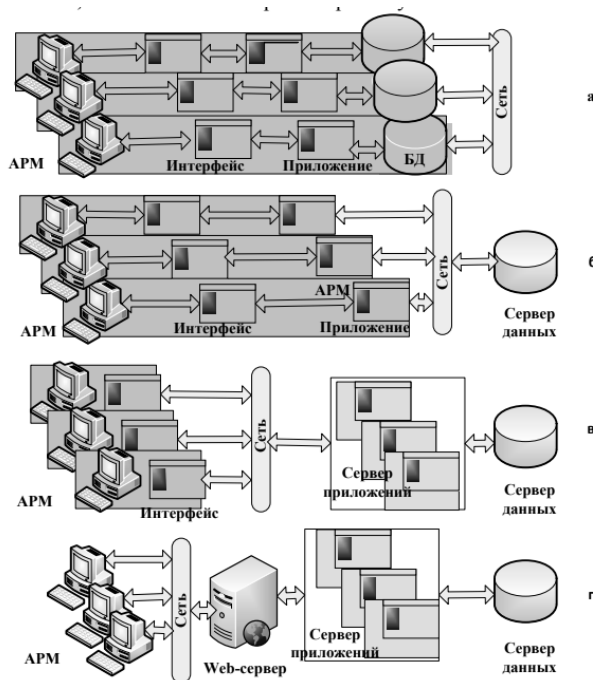


Рисунок 4.1 - Типові архітектури автоматизованих системи управління: а - повністю децентралізована однорівнева файл-серверна архітектура; б - дворівнева клієнт-серверна архітектура; в - трирівнева клієнт-серверна архітектура; г - чотирирівнева, повністю централізована архітектура

Недоліком 4.1.а-архітектури є відсутність єдиного інформаційного простору. Різні бази даних (БД) підприємства в такій архітектурі не дуже чітко пов'язані між собою, моделі даних не

повністю або зовсім не уніфіковані. Дані, за допомогою яких користувачі (АРМ) підприємства взаємодіють один з одним, передаються в кращому випадку по мережі або з використанням флеш-носіїв. Підтримка БД в актуальному стані є складним завданням їх адміністрування.

При дворівневої (4.1.б-архітектура) - будь-який АРМ виконує тільки дві функції. По перше це обробка даних і формування призначеного для користувача інтерфейсу. Необхідна для даного процесу інформація дається з сервера даних. Перевагою такої архітектури є те, що зміни управлінських процедур і алгоритмів обробки даних не призводять до істотних змін алгоритмів обслуговування даних.

У 4.1.в-архітектурі всі функції управління стають частиною функціональної моделі підприємства. Це дає змогу типізувати взаємну узгодженість, уніфікувати функції обробки інформації і передавати їх виконавцю - сервера додатків. Така архітектура отримала назву «три-рівнева».

У три-рівневої архітектурі АСУ для вирішення завдань управління АРМ надсилає запит серверу додатків, який активізує потрібні завдання та надалі звертається до сервера даних за інформацією. При цьому АРМ забезпечує лише користувальницький інтерфейс, організація якого зводиться до робочого столу диспетчера АРМ, визначенням необхідних йому процедур і організації взаємодії з ними. Три-рівнева архітектура АРМ володіє власною функціональністю - вона реалізує інтерфейс.

Зовсім інший принцип застосовується в web-технології. З її допомогою призначений для користувача інтерфейс кодується у вигляді файлів, які містяться на web-сервер. Ці файли активізуються стандартним базовим браузером.

4.1.г-архітектура дозволяє будь-якому працівнику, наділеному відповідальністю, перетворити свій комп'ютер в професійний АРМ і включитися в рішення термінових виробничих завдань на технологічному процесі.

З огляду на перспективи розвитку АСУ, найбільш безпечними та найкращими варіантами є три-рівнева або чотири-рівнева клієнт-серверна архітектура (рис. 4.1).

Обране на їх основі рішення має наступні переваги:

1. Між клієнтською програмою і сервером додатка передається лише мінімально необхідний потік даних, і отримання від них обробних значень. Це забезпечує теоретичну межу ефективності використання ліній зв'язку, навіть при роботі з ANSI терміналами, не кажучи вже про використання протоколів http-типу.

2. Сервер додатка ІС може бути запущений в одному або декількох екземплярах на одному або декількох комп'ютерах. Це дозволяє використовувати обчислювальні потужності підприємства максимально ефективно і більш безпечним способом, наскільки цього забажає адміністратор комп'ютерної мережі АС.

3. Між сервером і СУБД формується невеликий трафік. Не зважаючи на те, що трафік між сервером додатків і СУБД може бути великим, це завжди трафік локальної мережі, а їх пропускна здатність досить велика і дешева. В крайньому випадку, завжди можна запустити сервер додатків і СУБД на одній машині, що автоматично зведе мережевий трафік до нуля.

4. Забезпечується помітне зниження навантаження на сервер даних, а це веде до підвищення швидкості роботи АС в цілому.

5. Дозволяє дешевше нарощувати функціональність АС і оновлювати її програмне забезпечення.

На сьогодні архітектура інформаційних і автоматизованих систем реалізується у вигляді відкритої «клієнт-серверної» моделі. Основним критерієм вибору архітектури та інфраструктури АСУ є мінімізація її сукупної вартості придбання і експлуатації. Інтерфейс зв'язку в сучасних АСУ встановлюються стандартами OPC. Стандарти OPC - це стандарти підключення компонентів АС. Вони розроблені з метою скорочення витрат на створення і супровід додатків промислової автоматизації. Їх застосування при проектуванні архітектури АС вирішує питання обміну даними з пристроями різних виробників або по різних протоколах обміну даними.

Структурна схема системи управління представлена на рисунку 4.2.

Структура системи управління розроблена відповідно до виявлених в ході аналітичного огляду основними тенденціями в АСУ. З урахуванням того, що приміщення апаратної, де розташовується програмований контролер, знаходиться поза зоною розміщення виробництва процесу рекуперації спиртово-ефірних сумішей. Безпосередньо в зоні розташування об'єкта розміщуються пристрої розподіленого введення/виведення.

Система має три-рівневу будову. Нижній рівень представлений пристроями розподіленого введення/виведення з підключеними до них датчиками і виконавчими механізмами, другий рівень - програмованим контролером, верхній рівень включає в себе автоматизоване робоче місце (АРМ) оператора-технолога.

5 ВИБІР ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ

5.1 Вибір датчиків

5.1.1 Датчик тиску ПД100-ДІ-171.[4]

Датчик ОВЕН ПД100-ДИ модель 171 призначена для безперервного перетворення надлишкового тиску хімічно агресивних по відношенню до матеріалу датчика рідких або газоподібних середовищ в уніфікований сигнал 4 ... 20 мА постійного струму. Дані моделі датчиків стійкі до гідрударів.



Рисунок 5.1 – Датчик тиску ПД100-ДІ-171

Технічні характеристики:

Робоче середовище: хімічно агресивні по відношенню до нержавіючої сталі AISI 316L (AISI 304S) гази, пар, спирти і ефіри.

Тип вимірюваного тиску: надмірне.

Основна приведена похибка: 0,5; 1,0%

Перетворення надлишкового тиску в уніфікований сигнал 4 ... 20 мА постійного струму.

Верхня межа вимірюваного тиску: 16 кПа ... 40 МПа.

Перевантажувальна здатність: не менше 200% .

Ступінь захисту корпусу та електророз'єм датчика: IP65.

Перешкодостійкість відповідає вимогам до обладнання класу А по ГОСТ Р МЭК 61326-1-2014.

5.1.2 Датчик температури ТСП 8040р. [5]

Термоперетворювачі ТСП-8040Р, призначені для вимірювання температури прісної води, пара, повітря, води котла, масла, кисню, водню, туману сірчаної кислоти, вуглекислого газу, морської води, дистилляту, бідіс тіллята, фреону і т.д.



Рисунок 5.2 – Датчик температури ТСП 8040р

Технічні характеристики:

Робочий діапазон вимірюваних температур: від мінус 200 ° до плюс 500 °;

Умовне позначення НСХ - ТСП-8040Р-50П (Pt`50, Pt50, Pt50), ТСП-8040Р-100П (Pt`100, Pt100, Pt100);

Показник теплової інерції виробу термоперетворювач опору ТСП-8040Р платиновий - не більше 6,5 с або не більше 9,0 с;

Клас допуску - В;

Габарити виробу термоперетворювач опору ТСП-8040Р платиновий

Довжина монтажної частини - від 60мм до 2000мм;

Довжина кабелю - від 1000мм до 10000мм;

Арматура - 08Х18Н10Т, сплав 3М, ПТ-7М, бронза БрАЖМу 9-4-4-1.

5.1.3 Датчик рівня (поплавковий) ПДУ-И. [6]

Поплавкові магнітні рівнеміри ОВЕН ПДУ - це пристрої, призначені для моніторингу поточного рівня рідини в резервуарі і перетворення виміряного значення в уніфікований вихідний сигнал 4 ... 20 мА постійного струму.

Рівнеміри можуть застосовуватися в системах контролю рівня рідини в різних резервуарах, в тому числі і що знаходяться під тиском. Робочим середовищем для датчиків цього типу є хімічно нейтральні і агресивні рідини, та летючих вибухонебезпечних з'єднань.



Рисунок 5.3 – Датчик рівня (поплавковий) ПДУ-И

Технічні характеристики:

Схема підключення - Двухпроводна

Рід струму живлення - Постійний

Напруга живлення, В 12 ... 36

Вихідний сигнал, мА 4 ... 20

Споживана потужність, Вт, не більше 1

Опір навантаження, Ом, не більше визначається за формулою: $(U - 8) \cdot 50$, де U - напруга живлення, В

Діапазон вимірювань рівня, мм від 0 до 250 ... 4000 (в залежності від виконання)

Дискретність вимірювання рівня (роздільна здатність), мм 10 або 5 (в залежності від виконання)

Додаткова похибка вимірювання від температури, % На 10°C , не більше 0,2

Розташування осі кріпильного отвори датчика в резервуарі Вертикально

Типорозмір приєднувальних різьби (для датчика з нарізним приєднанням) G2

Розмір «під ключ» (для датчика з нарізним приєднанням), мм 36

Діаметр зовнішньої оболонки з'єднувального кабелю, мм 4 ... 8

Перетин сполучних проводів, мм² 0,2 ... 2

Матеріал робочої частини датчика Сталь 12X18H10T (шток) і AISI 316 (поплавков)

Ступінь захисту по ГОСТ 14254 IP65

5.1.4 Датчик концентрації спирту ADT-23-3425. [7]

Датчик спирта - ADT-23-3425 служить для непрерывного контроля атмосферного воздуха на предмет наличия в нем паров этилового спирта.

При помощи термокаталитического пеллистора наличие паров этанола в воздухе определяется в диапазоне 0-100 LEL с точностью до $\pm 1\%$. Особенностью газоанализатора спирта является температурная компенсация измерений и возможность выбора точки отсчета посредством интегрированной калибровки.



Рисунок 5.4 – Датчик концентрації спирту ADT-23-3425.

Технічні характеристики:

Діапазон вимірювання 0-100 LEL

Точність + 1%

Напруга живлення 16-28 VDC / AC (захист від зворотного підключення)

Вихідний аналоговий сигнал 4-20mA або 0-10 або 2-10V або 50 кОм

Можливість роботи з інтерфейсом RS 485.

5.1.5 Датчик витрати турбінний DPE-R. (KOBOLD). [8]

Рівнеміри моделі DPE фірми Коболд використовуються для вимірювання та контролю витрат рідини. Виріб працює по добре відомим принципом лопатевого колеса. Шестилопатеve колесо аксіально (по осі) кріпиться в високоякісному сапфіровому підшипнику. Прилад поставляється в готовому для установки вигляді з трубопровідною арматурою або приварними патрубками (фланцями).

Лопатеве колесо приводиться в рух поточної середовищем. По краях лопатей герметично вбудовані магніти. Магніти виробляють і посилають електричні імпульси в датчик Холла, встановлений поза зоною потоку середовища.



Рисунок 5.5 – Датчик витрати турбінний DPE-R. (KOBOLD)

Технічні характеристики:

Діапазони вимірювання: 5 - 30 ... 50 - 750 л / хв води

Клас точності: $\pm 2.5\%$ від діапазону

Робоча температура: макс. 80 ° C

Температура навколишнього середовища: макс. 80 ° C

Максимальний робочий тиск: PN 40/20 ° C

Максимальні втрати тиску: PN 16 (DPE-1200W) DPE- 05: 0.05 бар

Клас захисту: DPE- 10, DPE- 15: 0.03 бар DPE- 20: 0.04 бар DPE- 25: 0.02 бар DPE- 30: 0,01

бар IP65 (Міжнародна класифікація

Корпус: ступенів захисту) алюміній, бронза

Ущільнення: нержавіюча сталь 1.4581 алюміній, бронза, виконання: NBR

Колесо турбіни: нержавіюча сталь, виконання: FPM PVDF (полівініліденфторид)

Вісь: твердий сплав

Підшипник: сапфір

Живлення: 12 - 28 В постійного струму

Потужність: 10 мА

Імпульсний вихід: PNP, розімкнутий колектор, макс. 25 мА

Електричне приєднання: штекер M12x1

Частотний вихід з подільником частоти

Живлення: 24 В постійного струму $\pm 20\%$

Потужність: 15 мА

Імпульсний вихід: PNP, розімкнутий колектор, макс. 25 мА

Електричне приєднання: штекер M12x1

Коефіцієнт розподілу: 1 ... 1/128, заводська настройка

Аналоговий вихід (опція: знімний дисплей)

Живлення: 24 В постійного струму $\pm 20\%$

Вихід: 0 - 20 мА або 4-20 мА, двухпроводная або трехпроводная схема

Опір навантаження: 500 Q

Електричне приєднання: піновий роз'єм M12x1 або DIN 43 650

Опція: знімний дисплей (тільки для роз'єму DIN 43 650 і виходу 4 - 20 мА)

Дисплей: тризначний світлодіодний індикатор LED

Аналоговий вихід: (0) 4 - 20 мА, що настраюється, макс. 500 Q

Комутаційні виходи: 1 (2) напівпровідник PNP або NPN, заводська настройка

Робота контактів: контакт N / C N / O з програмованої частотою

Елементи настройки: 2 кнопки

Живлення: 24 В постійного струму $\pm 20\%$, трехпроводная схема, приблизно 100 мА

Електричне приєднання: штекер M12x1

Стрілочний індикатор з аналоговим виходом

Корпус: алюміній

Дисплей: магнітоелектричний вимірювальний прилад, дисплей 240 °

Живлення: 24 В постійного струму $\pm 20\%$

Вихід: 0 - 20 мА або 4 - 20 мА, трехпроводная схема

Максимальне навантаження: 250 Q

Електричне приєднання: Електроніка ADI штекер M12x1

Дисплей: гістограма, 3.5-значний цифровий або комбінований дисплей, пакетна система

Аналоговий вихід: 4 -20 мА

Два комутаційних виходу: релейні / переключають контакти макс. 115/230 В змінного струму, 5 А активного навантаження макс. 30 В постійного струму / 5 А або 2 розімкнутих колектора 5 - 50 В постійного струму,! Заг = 50 мА

Елементи настройки: 3 кнопки

Живлення: 230/115/48/24 В змінного струму, 24 В постійного струму

Електричне приєднання: Підключається за допомогою РГ (піролітичний графіт) кабельного сальника знімна клемна колодка

5.2 Вибір реєструючих приладів. [9]

5.2.1 Для реєстрації тиску використовується прилад Диск 250М.

Мікропроцесорний одноканальний паперовий реєстратор ДИСК-250М, (прилад реєструючий) призначений для вимірювання, перетворення, реєстрації, індикації, сигналізації і регулювання (ON / OFF або ПІД) параметрів технологічних процесів (температури, тиску, рівня, витрати і т.д.) в металургії, енергетиці, хімічній, нафтохімічній, нафтопереробній, харчовій, целюлозно-паперовій та багатьох інших галузях промисловості. Самописець - реєстратор ДИСК-250М може мати інтерфейс RS485 для зв'язку з персональним комп'ютером.



Рисунок 5.6 – Реєструючий прилад Диск 250М

Технічні характеристики:

Габаритні розміри: 322x322x70мм.

Монтаж: щитової (виріз 304 + 1,5 x 304 + 1,5 мм).

Умови експлуатації реєстратора ДИСК-250М

Паперовий самописець - реєстратор ДИСК-250М (прилад реєструючий) має кліматичне виконання УХЛ 4.2 по ГОСТ 15150, але для роботи при температурах від +5 до + 50 ° С, відносної вологості 80% при температурі 35 ° С і більш низьких температурах без конденсації вологи.

Ступінь захищеності від проникнення пилу і вологи (пиловологозахисту) IP:

- з передньої сторони IP54;
- з заднього боку IP30.

Межі похибки (точність) вимірювань, перетворення, сигналізації (реєстрації): + 0,25 (1,0)%.

Токовий вихідний сигнал: 4 ... 20мА (навантаження до 500Ом).

Коммутирующая здатність контактів реле: змінний струм до 3 А / 220 В або постійний до 28В.

Джерело живлення зовнішніх датчиків: (24 + \pm 2,4) У, навантаження до 20мА.

Ємність архіву: до 2970 значень.

Час обороту паперової діаграми: 1; 2; 8; 12; 24; 48; 72; 96; 120; 144; 168; 192ч.

Напруга живлення: \sim 175-245 В, 50 Гц.

Регулювання: по одному з законів ON / OFF, ПІД-S, ПІД-C, ПІД-Н / С.

5.3 Вибір перетворювачів аналогового сигналу. [10]

5.3.1 Перетворювач аналогового сигналу ПАС 24-10 Ц24.

Блок ПАС 24-10 призначений для безперервного пропорційного перетворення вхідного струмового сигналу 4-20мА в уніфікований сигнал 0-10В. Застосовується для спільної роботи з приладами які мають струмовий вихідний сигнал і приладами які мають вхід розрахований на уніфікований сигнал напруги. Перетворювач може бути використаний в системах регулювання і управління. По стійкості до кліматичних дії ПАС 24-10 відповідає виконанню групи 4 згідно ГОСТ 22261. По стійкості до механічної дії ПАС 24-10 відповідає виконанню 5 згідно ГОСТ 22261. Блок ПАС 24-10 може експлуатуватися у вибухобезпечних приміщеннях.



Рисунок 5.7 – Перетворювач аналогового сигналу ПАС 24-10 Ц24

Технічні характеристики:

Кількість каналів шт. 1

Діапазон зміни вхідного сигналу мА 4-20

Діапазон зміни вихідного сигналу В 0-10

Найбільша похибка перетворення % \pm 1

Опір навантаження для вихідного сигналу кОм 100

Напруга живлення:

- змінного струму В $220 \pm 10\%$ (50 ± 1) Гц

- постійного струму В $24 \pm 10\%$

Потужність Вт Не більше 2

Габаритні розміри мм 90x65x65

Температура навколишнього повітря ° С -30 ... + 55

Ступінь захисту IP20

Маса кг Не більше 0

5.4 Вибір мікропроцесорного контролера.

5.4.1 Мікропроцесорний контролер МИК 51-07. [11]

Компактний малоканальний багатофункціональний високопродуктивний мікропроцесорний контролер, автоматичне регулювання і логічне управління технологічними процесами.

Функціональні можливості:

- Контролер МИК-51 - це проектно-компонований виріб, який дозволяє користувачеві вибрати потрібний комплект модулів і блоків згідно з кількістю і виду вхідних-вихідних сигналів

- Засоби самодіагностики: сигналізація і ідентифікація несправностей, про вихід сигналів за допустимі межі, про збої в ОЗУ, порушенні обміну по мережі і т.п.

У контролерах МИК-51 є розвинена система межконтроллерного обміну, за допомогою якої контролери можуть об'єднуватися в локальну або розподілену керуючу мережу. У мережі контролери можуть обмінюватися інформацією, як з комп'ютером, так і між собою. Ця функція забезпечує можливість організації розподіленої обробки даних, а також збільшення числа каналів введення-виведення. При використанні функції межконтроллерного обміну значно знижується інформаційне навантаження на мережу.



Рисунок 5.8 – Мікропроцесорний контролер МИК 51-07

Кількість аналогових входів 4

Типи вхідних аналогових сигналів

- уніфіковані 0-5мА ($R_{вх} = 400 \text{ Ом}$), 0 (4) -20 мА ($R_{вх} = 100 \text{ Ом}$), 0-10 ($R_{вх} > 25\text{кОм}$)

- напруги 0-50 мВ, 0-200 мВ, 0-1 В

- від термоперетворювачів опору ТСП 50П, 100П, гр.21, ТСМ 50М, 100М, гр.23

- від термопар ТХК (L), ТХА (K), ТПП (S), ТПР (В), ТВР (А), ТЖК (J), ТХКн (E)

Період вимірювання, не більше 0,1 сек

Основна приведена похибка перетворення $\pm 0,2\%$

Кількість аналогових виходів до 4

Тип вихідного аналогового сигналу 0-5 мА ($R_{н} \leq 2\text{кОм}$), 0 (4) -20 мА ($R_{н} \leq 500 \text{ Ом}$), 0-10 ($R_{н} > 2\text{кОм}$)

Основна приведена похибка формування вихідного сигналу

- АО1 $\pm 0,2\%$

- АО2 $\pm 0,4\%$

точність індикації $\pm 0,01\%$

Кількість розрядів цифрового індикатора 4

Висота цифр світлодіодних індикаторів 10 мм

Кількість дискретних входів до 35

Вхідний струм (споживання по входу) $\leq 10 \text{ мА}$

Кількість дискретних виходів до 37

Типи виходів:

- транзистор ОК до 40В, 100мА

- механічне реле (перемикається контакт) до 220В, 8А

- твердотельное реле до 60В, 1.0ААС / АС

Послідовний інтерфейс RS-485

кількість приймачів 32 приймача на одному сегменті

Максимальна довжина лінії в межах одного сегмента мережі 1200 метрів

Кількість активних передавачів 1 (тільки один передавач активний)

Максимальна кількість вузлів в мережі 250 з урахуванням магістральних протокол зв'язку Modbus режим RTU (Remote Terminal Unit)

Напруга живлення:

• змінного струму $\sim 220 (+22 -33) \text{ В}$, $(50 \pm 1) \text{ Гц}$

• постійного струму 24 В

Споживана потужність від мережі змінного струму, не більше: до 13 ВА

Струм споживання по живленню 24В, не більше: не більше 350 мА

Корпус для утепленого щитового монтажу, IP30

Розміри фронтальної рамки) 96 x 96 мм

монтажна глибина 189 мм max

Виріз на панелі $(92 \pm 0,8) \times (92 \pm 0,8)$ мм

Маса блоку, не більше до 1,0 кг

Температура навколишнього середовища від -40°C до $+70^{\circ}\text{C}$

Атмосферний тиск від 85 до 106,7 кПа

Вібрація з частотою / амплітудою до 60Гц / до 0,1

5.5 Вибір виконуючого механізму.

5.5.1 Двоходовий клапан Belimo H625S [12] з електроприводом Belimo AVK230A-3[13]

Двоходові сідельні фланцеві клапани Belimo H6 ... S призначені для управління потоками тепло- і холодоносія в водяних контурах установок підготовки повітря, а також у водяних і парових контурах опалювальних установок.

Принцип роботи Двоходові регулюючих клапанів для пари Belimo H6..S

Сідельний клапан Belimo H6..S приводиться в дію електроприводом лінійної дії Belimo NV або AV. Електропривід керується стандартним аналоговим сигналом за трьохточечною схемою і пересуває конус клапана - робочий елемент - в положення, відповідне керуючому сигналу.

Застосування регулюючих клапанів Belimo H6..S: водяні контури в установках підготовки повітря; водяні і парові контури в опалювальних установках.

Особливості регулюють сідельних клапанів для пари Belimo H6..S рівнопропорційна характеристика зміни потоку, забезпечена профілем конуса клапана; можливість ручного управління, використовуючи шестигранний ключ для повороту приводу.



Рисунок 5.9 – електропривід Belimo AVK230A-3



Рисунок 5.10 – двоходовий клапан Belimo H625S

Технічні характеристики:

Офіційна гарантія 1 рік

Країна реєстрації бренду Швейцарія

Тип клапана сідельний

Діаметр, мм 25

Значення Kvs , м³ / год: 10,0

Матеріал чавун

Тип приєднання Фланець DN 25

Виконання двоходовий

Макс. робоча температура 150 ° C

Макс. робочий тиск 16 бар

Сфера застосування для опалення и т.п.

5.6 Вибір регулюючих органів

5.6.1 Канал управління температурою в ємності для охолодження пароповітряної суміші.

Для регулювання температури пароповітряної суміші, яка подається до адсорберів, необхідно регулювати витрату холодоносія шляхом зміни положення клапана.

Згідно з регламентом технологічного процесу витрата пари становить 0.25 м³/хв.

Виконуємо розрахунок діаметра трубопроводу і діаметра клапана для управління подачею холодоносія.

Для забезпечення регулювання подачі холодоносія в межах 0 – 0.25 м³/хв. розраховуємо необхідний діаметр трубопроводу:

Внутрішній діаметр трубопроводу d , м

$$d = 18,8 \sqrt{\frac{Q}{v}}$$

де Q - витрата, $\text{м}^3/\text{с}$, v - швидкість течії, $\text{м}/\text{с}$.

$$Q = 0,25 \text{ м}^3/\text{хв.} = 0,0042 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$v = 40 \text{ м}/\text{с}$$

таким чином

$$d = 18,8 \sqrt{\frac{0,0042}{40}} = 0,19 \text{ м}$$

Вибираємо клапан з діаметром проходу $D_u=0,2 \text{ м}$.

А саме двоходовий клапан Belimo H625S (Dn 20) з електроприводом Belimo AVK230A-3.

Основні технічні характеристики:

Умовний прохід D_u – 200 мм

Умовний тиск P_u – 16 бар

Робоча температура – (-10...+150 °C)

Приєднання - фланцеве

Тип приводу - електропривод Belimo AVK230A-3.

5.6.2 Канал управління температурою в ємності для охолодження гострої пари.

Для регулювання температури гострої пари яка необхідна для десорбції в адсорбері, необхідно регулювати витрату холодоносія для охолодження гострої пари шляхом зміни положення клапана.

Згідно з регламентом технологічного процесу витрата холодоносія становить $0,5 \text{ м}^3/\text{хв.}$

Виконуємо розрахунок діаметра трубопроводу і діаметра клапана для управління подачею холодоносія для охолодження гострої пари.

Для забезпечення регулювання подачі холодоносія в межах $0 - 0,5 \text{ м}^3/\text{хв.}$ розраховуємо необхідний діаметр трубопроводу:

Внутрішній діаметр трубопроводу d , м

$$d = 18,8 \sqrt{\frac{Q}{v}}$$

де Q - витрата, $\text{м}^3/\text{с}$, v - швидкість течії, $\text{м}/\text{с}$.

$$Q = 0,5 \text{ м}^3/\text{хв.} = 0,0083 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$v = 40 \text{ м}/\text{с}$$

таким чином

$$d = 18,8 \sqrt{\frac{0,0083}{40}} = 0,27 \text{ м}$$

Вибираємо клапан з діаметром проходу $D_u=0,3$ м.

А саме двоходовий клапан Belimo H625S (Dn 30) з електроприводом Belimo AVK230A-3.

Основні технічні характеристики:

Умовний прохід D_u – 300 мм

Умовний тиск P_u – 16 бар

Робоча температура – (-10...+150 °C)

Приєднання - фланцеве

Тип приводу - електропривод Belimo AVK230A-3.

5.6.3 Канал управління температурою в конденсаторі

Для регулювання температури в конденсаторі, необхідно регулювати витрату холодоносія в конденсаторі шляхом зміни положення клапана.

Згідно з регламентом технологічного процесу витрата холодоносія становить $0.7 \text{ м}^3/\text{хв}$.

Виконуємо розрахунок діаметра трубопроводу і діаметра клапана для управління подачею холодоносія для охолодження гострої пари.

Для забезпечення регулювання подачі холодоносія в межах $0 - 0.7 \text{ м}^3/\text{хв}$. розраховуємо необхідний діаметр трубопроводу:

Внутрішній діаметр трубопроводу d , м

$$d = 18,8 \sqrt{\frac{Q}{v}}$$

де Q - витрата, $\text{м}^3/\text{с}$, v - швидкість течії, $\text{м}/\text{с}$.

$$Q=0.7\text{м}^3/\text{хв}.=0,0116\text{м}^3$$

$$v = 40 \text{ м}/\text{с}$$

таким чином

$$d=18.8* \sqrt{(0.0116/40)}=0.32\text{м}$$

Вибираємо клапан з діаметром проходу $D_u=0,35$ м.

А саме двоходовий клапан Belimo H625S (Dn 35) з електроприводом Belimo AVK230A-3.

Основні технічні характеристики:

Умовний прохід D_u – 350 мм

Умовний тиск P_u – 16 бар

Робоча температура – (-10...+150 °C)

Приєднання - фланцеве

Тип приводу - електропривод Velimo AVK230A-3.

5.6.4 Канал управління рівнем в баку зберігачі 1.

Для регулювання Ефіру в баку зберігачі 1 необхідно вимірювати і регулювати витрати ефіру шляхом зміни положення клапана.

Згідно з регламентом технологічного процесу витрата ефіру становить 0,185 л/хв.

Виконуємо розрахунок діаметра трубопроводу і діаметра клапана для управління подачею ефіру.

Для забезпечення регулювання подачі Ефіру в межах 0–0,185 л/хв. розраховуємо необхідний діаметр трубопроводу:

Внутрішній діаметр трубопроводу d , м

$$d = 18,8 \sqrt{\frac{Q}{v}}$$

де Q - витрата, м³/с, v - швидкість течії, м/с.

$$Q=0.185\text{м}^3/\text{хв.}=0,00308\text{м}^3/\text{с}$$

$$v = 40 \text{ м/с}$$

таким чином

$$d=18.8 * \sqrt{(0.00308116/40)}=0.165\text{м}$$

Вибираємо клапан з діаметром проходу $D_u=0,2$ м.

А саме двоходовий клапан Velimo H625S (Dn 20) з електроприводом Velimo AVK230A-3.

Основні технічні характеристики:

Умовний прохід D_u – 200 мм

Умовний тиск P_u – 16 бар

Робоча температура – (-10...+150 °C)

Приєднання - фланцеве

Тип приводу - електропривод Velimo AVK230A-3.

5.6.5 Канал управління рівнем в баку зберігачі 2.

Для регулювання спирту в баку зберігачі 2 необхідно вимірювати і регулювати витрати спирту шляхом зміни положення клапана.

Згідно з регламентом технологічного процесу витрата спирту становить 0,56 л/хв.

Виконуємо розрахунок діаметра трубопроводу і діаметра клапана для управління подачею ефіру.

Для забезпечення регулювання подачі спирту в межах 0 – 0,56 л/хв. розраховуємо необхідний діаметр трубопроводу:

Внутрішній діаметр трубопроводу d , м

$$d = 18,8 \sqrt{\frac{Q}{v}}$$

де Q - витрата, м³/с, v - швидкість течії, м/с.

$$Q=0.56\text{м}^3/\text{хв.}=0,00933\text{м}^3$$

$$v = 40 \text{ м/с}$$

таким чином

$$d=18.8* \sqrt{(0.0093/40)}=0.28\text{м}$$

Вибираємо клапан з діаметром проходу $D_u=0,3$ м.

А саме двоходовий клапан Belimo H625S (Dn 30) з електроприводом Belimo AVK230A-3.

Основні технічні характеристики:

Умовний прохід D_u – 300 мм

Умовний тиск P_u – 16 бар

Робоча температура – (-10...+150 °C)

Приєднання - фланцеве

Тип приводу - електропривод Belimo AVK230A-3.

5.6.6 Канал управління рівнем в баку зберігачі 3.

Для регулювання води в баку зберігачі 3 необхідно вимірювати і регулювати витрати води шляхом зміни положення клапана.

Згідно з регламентом технологічного процесу витрата води становить 1 л/хв.

Виконуємо розрахунок діаметра трубопроводу і діаметра клапана для управління подачею води.

Для забезпечення регулювання подачі вод в межах 0 – 1 л/хв. розраховуємо необхідний діаметр трубопроводу:

Внутрішній діаметр трубопроводу d , м

$$d = 18,8 \sqrt{\frac{Q}{v}}$$

де Q - витрата, м³/с, v - швидкість течії, м/с.

$$Q=1\text{м}^3/\text{хв.}=0,016\text{м}^3$$

$$v = 40 \text{ м/с}$$

таким чином

$$d=18.8 \cdot \sqrt{(0.016/40)}=0.376\text{м}$$

Вибираємо клапан з діаметром проходу $D_u=0,4$ м.

А саме двоходовий клапан Belimo H625S (Dn 40) з електроприводом Belimo AVK230A-3.

Основні технічні характеристики:

Умовний прохід D_u – 400мм

Умовний тиск P_u – 16 бар

Робоча температура – (-10...+150 °C)

Приєднання - фланцеве

Тип приводу - електропривод Belimo AVK230A-3.

5.7.1 Канал управління тиском подачі ПВС до адсорберів.

Регулювання тиску ПВС що подається до адсорберів виконується шляхом зміни швидкості обертання двигуна насоса. Для цього встановлено ПЧ Lenze 8200SMD [10]

Призначений для 3-фазних асинхронних двигунів з короткозамкненим ротором і живленням від однофазної і трифазної мережі напругою 180...264/320...528 В. Розроблено на основі новітніх технологій і містить алгоритми, що відповідають найбільш частим застосуванням:

- горизонтальне транспортування вантажів (конвеєри);
- фасувально-пакувальне обладнання;
- насосы и вентиляторы;
- спеціальні машини та механізми.

Основні функції перетворювача частоти 8200 SMD:

- пуск і регулювання швидкості двигуна;
- прискорення, уповільнення, зупинка;
- захист двигуна і перетворювача.

Технічні характеристики:

Тип ПЧ – ESMD 302L4TXA

Потужність 3 кВт

Напруга живлення 320...528 В (48 ...62 Гц)

Вхідний струм 8,3 А

Вихідний струм 7,6 А

Вихідна частота 0...240 Гц

Частота модуляції 4, 6, 8 кГц

Виходи: дискретних 3; аналогових 1 (4...20 мА)

Закон управління: лінійна і квадратична характеристика

Температурний діапазон роботи 0...+55 °С

Ступінь захисту IP20

габаритні розміри: 114x146x171 мм

Маса 1,7 кг

Вартість 4150 грн.

5.8 вибір контролера

Контролер вибираємо виходячи із забезпечення необхідної швидкодії, обсягу пам'яті, можливості узгодження з АРМ, простоти налаштування і експлуатації, а також з огляду на кількість входів і виходів, та їх вид.

Вхідні і вихідні сигнали зведені відповідно до табл. 5.1 і табл. 5.2.

Таблиця 5.1 – Вхідні сигнали

Визначення сигналу	Вид сигналу	Величина
Тиск у компресорі 1	Аналоговий	4...20 мА
Тиск у компресорі 2	Аналоговий	4...20 мА
Температура в ємності для охолодження ПВС	Аналоговий	4...20 мА
Температура в ємності для охолодження гострої пари	Аналоговий	4...20 мА
Температура в конденсаторі	Аналоговий	4...20 мА
Рівень в адсорбері 1	Аналоговий	4...20 мА
Рівень в адсорбері 2	Аналоговий	4...20 мА
Рівень в адсорбері 3	Аналоговий	4...20 мА
Концентрація спирту на виході в атмосферу	Аналоговий	4...20 мА
Витрата в баку зберігачі 1	Аналоговий	4...20 мА
Витрата в баку зберігачі 2	Аналоговий	4...20 мА
Витрата в баку зберігачі 3	Аналоговий	4...20 мА

Вхідних сигналів 12: аналогових - 15, дискретних – 0.

Таблиця 5.2 – Вихідні сигнали

Призначення сигналу	Вид сигналу
Тиск у компресорі 1	Аналоговий
Тиск у компресорі 2	Аналоговий
Температура в ємності для охолодження ПВС	Аналоговий
Температура в ємності для охолодження гострої пари	Аналоговий
Температура в конденсаторі	Аналоговий
Рівень в адсорбері 1	Аналоговий
Рівень в адсорбері 2	Аналоговий
Рівень в адсорбері 3	Аналоговий
Концентрація спирту на виході в атмосферу	Дискретний
Витрата в баку зберігачі 1	Аналоговий
Витрата в баку зберігачі 2	Аналоговий
Витрата в баку зберігачі 3	Аналоговий

Вихідних сигналів 12: аналогових - 14, дискретних – 1.

Таким чином, для управління технологічним процесом беремо три мікропроцесорних контролера МИК 51:

мікропроцесорних контролера МИК 51

Технічні характеристики представлені в табл. 5.3:

Таблиця 5.3 - Технічні характеристики

Технічна характеристика	Значення
Аналогові вхідні сигнали	
Кількість аналогових входів	4
Типі вхідних аналогових сигналів - уніфіковані	0-5мА ($R_{вх}=400 \text{ Ом}$), 0(4)-20 мА ($R_{вх}=100 \text{ Ом}$), 0-10В ($R_{вх}>25\text{кОм}$)
- напруги	0-50 мВ, 0-200 мВ, 0-1 В
- від термоперетворювач опору	ТСП 50П, 100П, гр.21, ТСМ 50М, 100М, гр.23
- від термопар	ТХК(Л), ТХА(К), ТПП(С), ТПР(В), ТВР (А), ТЖК(І), ТХК _н (Е)
Період вимірювання, не більше	0,1 сек
Гальванічна ізоляція	групова, входи гальванічно ізольовані від інших входів і інших ланцюгів
Основна приведена похибка перетворення	$\pm 0,2\%$
Аналогові вихідні сигнали	
Аналогові вихідні сигнали	До 4
Тип вихідного аналогового сигналу	0-5 мА ($R_{н}\leq 2\text{кОм}$), 0(4)-20 мА ($R_{н}\leq 500 \text{ Ом}$), 0-10В ($R_{н}\geq 2\text{кОм}$)
Основна приведена похибка сформованого вихідного сигналу	
- АО1	$\pm 0,2\%$
- АО2	$\pm 0,4\%$
Цифрова індикація	
Точність індикації	$\pm 0,01\%$
Кількість розрядів цифрового індикатора	4
Висота цифр світлодіодних індикаторів	10мм
Дискретні вхідні сигнали	
Кількість дискретних входів	До 35
Сигнал логічного "0" – стан ОТКЛЮЧЕНО	0-7В
Сигнал логічного "1" – стан ВКЛЮЧЕНО	19-32В
Вхідний струм (споживання по входу)	$\leq 10 \text{ мА}$
Гальванічна розв'язка дискретних входів	групова розв'язка

Продовження таблиці 5.3

Дискретні вихідні сигнали	
Кількість дискретних виходів	До 37
Типи виходів: - транзистор ОК - механічне реле (перемикається контакт) - твердотіле реле Гальванічна розв'язка дискретних виходів	до 40В, 100мА до 220В, 8А до 60В, 1.0ААС/ADC групова
Послідовний інтерфейс RS-485	
Тип каналу	Асинхронний напівдуплексний (прийом і передача йдуть по одній парі проводів з поділом за часом)
кількість приймачів	32 приймача на одному сегменті
Максимальна довжина лінії в межах одного сегмента мережі	1200 метрів
Кількість активних передавачів	1 (тільки один передавач активний)
Максимальна кількість вузлів в мережі	кручена пара, екранована кручена пара
Гальванічна розв'язка	інтерфейс гальванічних ізолюваний від інших входів-виходів і інших ланцюгів (напруга гальванічної розв'язки не менше 500 В)
протокол зв'язку	Modbus режим RTU (Remote Terminal Unit)
електричні дані	
Напруга живлення: • змінного струму • постійного струму	~220 (+22 –33)В, (50 ± 1) Гц 24В
Споживана потужність від мережі змінного струму, не більше:	до 13 ВА
Струм споживання по живленню 24В, не більше:	не більше 350 мА

Також ми використовуємо можливість розширення шляхом підключення модулю вводу/виводу.

Підключення сигналів до модуля розширення МР-51-07 здійснюється за допомогою клемних-блочного з'єднувача КБЗ-24-11.

З підключенням модуля розширення МР-51-07 в нас такі технічні характеристики вводу/виводу:

Аналогових входів – 4;

Аналогових виходів – 4;

Дискретних входів – 3;

Дискретних виходів – 3.

6 АЛГОРИТМ РОБОТИ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

Перед першим запуском всього технологічного процесу проводиться перевірка працездатності до роботи. Перевіряється готовність і справність двигунів і виконавчих механізмів. Проводиться перевірка всіх датчиків і установка параметрів регулювання. Наступним етапом система переходить в режим очікування команди оператора. Після підтвердження оператором справності, система починає цикл виконання етапів процесу рекуперації спиртово-ефірних сумішей.

Алгоритм управління процесом дає уявлення про послідовність реалізованих дій. Розглянемо докладніше процес виробництва рекуперації спиртово-ефірних сумішей, який складається з 3 етапів. На першому етапі проводиться адсорбування верхнім шаром вугілля ПВС; на другому етапі безпосередньо десорбція поглиненої ПВС з вугілля; на третьому етапі потрібна суміш розділяється на окремі рідини та поступає до бака зберігача. Кожен етап управляється запрограмованими мікропроцесорними контролерами МК 51-07.

Виробництво процесу рекуперації спиртово-ефірних сумішей відноситься до пожежо вибухо небезпечного та токсичного, процес складний, з великою кількістю взаємопов'язаних параметрів регулювання.

При розгляданні кожного об'єкту слід приймати до уваги те, що регулюванню раніш всього підлягають параметри, які є показниками якості процесу, мається на увазі вхідні і вихідні величини через які на об'єкт подаються обурювальні впливи, а також регулюванню підлягають режимні параметри об'єктів.

Розглянемо кожний апарат, як окремий об'єкт регулювання, для кожного із них визначимо параметри, які необхідно регулювати, по яких каналах можуть з'явитися обурювальні впливи і по яких каналах треба вносити регулюючі впливи.

Як об'єкт управління розглянемо ємність для охолодження пароповітряної суміші поз.10. В якому необхідно підтримувати температуру в межах 30°C за рахунок збільшення або зменшення подачі холодоносія.

Показником ефективності процесу є температура охолодженого продукту.

Найбільш сильним обурювальним впливом є: зміна подачі холодоносія, тиску, зміна температури холодоносія і вплив навколишнього середовища.

Метою процесу є підтримання температури на постійному значенні.

Регулювання температури виконується зміною подачі холодоносія в ємності для охолодження пароповітряної суміші.

Як об'єкт управління розглянемо конденсатор – холодильник поз.5. В якому необхідно підтримувати температуру в межах 10°C .

Показником ефективності процесу є температура охолодженого продукту.

Найбільш сильним обурювальним впливом є: зміна подачі холодоносія, тиску, зміна температури холодоносія і вплив навколишнього середовища.

Метою процесу є підтримання температури на постійному значенні. Регулювання температури виконується зміною подачі холодоносія в конденсатор - холодильник.

Як об'єкт управління розглянемо ємність для охолодження гострої

пари поз.11. В якому необхідно підтримувати температуру в межах 60°C за рахунок збільшення або зменшення подачі холодоносія.

Показником ефективності процесу є температура охолодженого продукту.

Найбільш сильним обурювальним впливом є: зміна подачі холодоносія, тиску, зміна температури холодоносія і вплив навколишнього середовища.

Метою процесу є підтримання температури на постійному значенні. Регулювання температури виконується зміною подачі холодоносія в ємності для охолодження гострої пари.

Як об'єкт управління розглянемо бак зберігач поз.8. В якому необхідно підтримувати заданий рівень води, спирту або ефіру в межах 4м за рахунок відкачки води, спирту або ефіру з бака зберігача на ректифікацію.

Показником ефективності є підтримування рівня води, спирту або ефіру на заданому значенні в баку зберігачі.

Найбільш сильним обурювальним впливом є: зміна подачі води, спирту або ефіру до бака зберігача.

Метою процесу є підтримування рівня води, спирту або ефіру на заданому значенні в баку зберігачі.

Регулювання рівня виконується зміною відкачки води, спирту або ефіру на ректифікацію з бака зберігача.

Як об'єкт управління розглянемо компресор поз.1 для відсмоктування пароповітряної суміші з місць випарника. Після якого необхідно підтримувати тиск в межах $3\text{кг}\text{ c}/\text{см}^2$ за рахунок закривання або відкриванням клапану виконуючого механізму який стоїть після компресора.

Показником ефективності процесу є тиск в трубопроводі після компресора.

Найбільш сильним обурювальним впливом є: зміна витрати тиску, зміна тиску, стан трубопроводу.

Метою процесу є підтримання тиску в трубопроводі після компресора.

Регулювання тиску виконується за рахунок закривання або відкриванням клапану виконуючого механізму який стоїть після компресора.

Як об'єкт управління розглянемо адсорбер поз.4 для абсорбції пароповітряної суміші та десорбції спиртово-ефірної суміші. В якому необхідно підтримувати рівень 0,1м за рахунок відкривання або закриванням клапану для зливу конденсату в адсорбері до каналізації.

Показником ефективності процесу є рівень конденсату в адсорбері.

Найбільш сильним обурювальним впливом є: зміна витрати, зміна тиску гострого пару, зміна температури .

Метою процесу є підтримання рівня конденсату на постійному значенні. Регулювання рівня виконується відкриванням або закриванням клапану виконуючого механізму для зливу конденсату в адсорбері до каналізації.

Як об'єкт управління розглянемо трубопровід «вихід до атмосфери» для виходу чистого повітря, яке не адсорбується вугіллям в адсорбері. На виході якого необхідно уловити «проскакування» парів спирту і ефіру, для того щоб адсорбери перейшли в режим десорбції.

Показником ефективності процесу є вчасний перехід адсорберів в режим десорбції.

Найбільш сильним обурювальним впливом є: концентрація спирту на виході, концентрація парів спирту в навколишньому середовищі.

Метою процесу є вчасний перехід адсорберів в режим десорбції. Регулювання переходу адсорберів в режим десорбції виконується: закриванням клапану виконуючого механізму на трубопроводі «вихід в атмосферу», закриванням клапану виконуючого механізму на трубопроводі для подачі пароповітряної суміші до першого адсорбера, відкриванням клапану виконуючого механізму на трубопроводі для подачі гострого пару до першого адсорбера для десорбції.

У разі виникнення аварійної ситуації система виконує зупинку двигунів, припиняє подачу хімічних речовин і вмикає сигналізацію.

7 ОПИС ЕЛЕКТРИЧНОЇ СХЕМИ УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОДВИГУНАМИ

На підприємствах знаходять призначення різноманітні схеми технологічної та контрольної сигналізації, які відрізняються типом обладнання та їх числом, різною напругою та родом струму, характером так кольору світлових та звукових сигналів. Правильно побудовані електричні схеми забезпечують чітку та зрозумілу для людини сигналізацію, сприяють уникненню та інформування аварій та нещасних випадків. Схеми технологічної та контрольної сигналізації повинні забезпечувати чітку подачу світлового та звукового сигналів, які будуть чітко зрозумілі робітникам ТП, знімання звукового сигналу (натисненням кнопкового вимикача), повторність спрацьовування виконавчого пристрою звукової сигналізації після його відключення (натисненням кнопкового вимикача), а також перевірку звукової та світлової сигналізації.

Технологічна сигналізація сповіщає про порушення нормального чи стабільного ходу технологічного процесу, що проявляється у відхиленні від заданого значення технічних параметрів в АСУ: температури, тиску, рівня, витрати і т. п. У будівлях і спорудах, де можлива поява в приміщеннях парів пожежо та вибухо небезпечних речовин, а також токсичних продуктів, спрацьовує сигналізація, чи підвищення гранично допустимих концентрацій таких речовин.

Контрольна сигналізація сповіщає про стан контрольованих об'єктів: відкриті або закриті регулюючі органи, включені або відключені насоси, вентилятори і т. п. Контрольна сигналізація виконується для пристроїв, що мають тільки два робочих положення: відкрито-закрито, або ввімкнено-вимкнено.

Розглянемо роботу електричної сигналізації трьох технологічних параметрів.

При відхиленні від норми одного з технологічних параметрів, наприклад температури в ємності для охолодження пароповітряної суміші, першого параметра, замикається технологічний контакт Зб. (31,33), розташований у мікропроцесорному контролері МК-51-07. При цьому включається реле KV2, яке своїм контактом, який замкнеться KV2.2 включає сигнальну лампу HL2 і відключає її від кнопки випробування сигналізації SB3 контактом, який розімкнеться KV2.3. Одночасно замикає контакт KV2.1, реле KV2 через замкнений контакт KV1.2 вимкненого реле KV1 вмикає дзвінок HA1. Для того щоб вимкнути дзвінок HA1 треба натиснути кнопку знімання звукової сигналізації SB1, при натисканні якої реле KV1 вмикається та через свій контакт KV1.1, який замкнеться, стане на самоблокування, контактом KV1.2 який розімкнеться відключається дзвінок. Якщо в такому стані схеми замикається другий технологічний контакт Зб.(41,43), то при відключеному звуковому сигналі загоряється лише сигнальна лампа HL3, а звуковий сигнал не буде подано. У початковий стан схема прийде після розмикання обох технологічних контактів

Зб.(31,33) ізб.(41,43) , що викликає відключення всіх реле. Кнопка SB2 призначена для випробування дзвінка НА. Кнопка SB3 призначена для випробування сигнальних ламп HL2-HL4. Робота третього технологічного контакту Зб.(51,53) аналогічна роботі другого технологічного контакту Зб.(41,43).

Розглянемо роботу контрольної сигналізації двигуна компресора М1, двигуна компресора М2, та двигунів відцентрованих насосів М3,М4,М5.

Схема контролю двигуна компресора М1 працює наступним чином: при вмиканні пускової кнопки «Старт» SB5 замикається ланцюг живлення обмотки магнітного пускача КМ1, вмикається лампа HL5 що свідчить про те що двигун компресора М1 ввімкнений. Своїми контактами КМ1 магнітний пускач включає електродвигун компресора М1, а контактом КМ1.1 ставить на самоблокування пускову кнопку SB5 . Після цього кнопку можна відпустити, а ланцюг живлення обмотки магнітного пускача залишиться замкнутої через його контакт КМ1.1. Відключають двигун натисненням кнопки «Стоп» SB4. При цьому розривається ланцюг живлення обмотки пускача КМ1 і розмикаються його контакти КМ1 і КМ1.1., також вимикається лампа HL5 що свідчить про те, що двигун компресора М1 вимкнений. Після відпускання кнопки SB4 обмотка магнітного пускача залишається знеструмленою. В даній схемі контролю двигуна компресора М1 передбачене управління двигуном по місцю та з щита, управління змінюється за допомогою перемикача SA1, змінюючи положення перемикача SA1 відповідно на регулювання «По місцю» та «З щита».

Схема контролю двигуна компресора М2, та двигунів відцентрованих насосів М3,М4,М5 працює аналогічно схемі контролю двигуна компресора М1.

8 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

8.1 Ідентифікація об'єкта управління ТП.

Мета ідентифікації полягає в тому, щоб отримати математичний опис головного об'єкта чи апарату. Завдання ідентифікація може бути вирішена двома способами: аналітично і експериментально. Аналітичний метод ґрунтується на аналізі та використанні фізичних законів, що визначають хід процесів, що протікають в об'єкті. Експериментальний метод базується на процесі отримання необхідних даних (кривої розгону) безпосередньо чи з об'єкта головного апарату. Експериментальний метод використовується для перевірки адекватності моделі, отриманої аналітичним шляхом.

8.1.1 Аналітичне визначення математичної моделі [14]

Об'єктом є адсорбер, виконаним у вигляді товстостінного резервуара, в якому проводиться адсорбція та десорбція ПВС. Реакція протікає екзотермічно. Кількість тепла, що виділяється в результаті цієї реакції в одиницю часу визначається з виразу:

$$\Phi = k \cdot q_p \quad (8.1)$$

де k - швидкість реакції, q_p - тепловий ефект від реакції.

Швидкість реакції визначається з рівняння Арреніуса:

$$k = k_0 \cdot e^{-E/RT} \quad (8.2)$$

де k_0 - передекспоненційний множник, що залежить від числа зіткнень реагуючих молекул, E - енергія активації (кДж/кмоль), R - газова постійна (кДж/кмоль · К), T - абсолютна температура (°С).

В основу математичного опис є рівняння теплового балансу для вмісту адсорбера, яке може бути записано у вигляді:

$$M \cdot c \cdot \frac{d}{dt} T = q_{cm} + \Phi \quad (8.3)$$

де M - маса реакційної суміші, c - теплоємність реакційної суміші, q_{cm} - тепловий потік від стінки до реактору, який розраховується за такою формулою:

$$q_{cm} = a_{cm} \cdot S \cdot (T_{cm} - T) \quad (8.4)$$

де a_{cm} - коефіцієнт тепловіддачі від стінки реакційної суміші, S - площа тепловіддачі, T_{cm} - середня температура стінок реактора.

для знаходження T_{cm} складаємо рівняння теплового балансу стінки:

$$M_{cm} \cdot c_{cm} \cdot \frac{d}{dt} T_{cm} = q_n - q_{cm} \quad (8.5)$$

де M_{cm} - маса стінки, c_{cm} - теплоємність стінки, q_n - тепловий потік від парової сорочки до стінки.

Залежність теплового потоку, переданого від адсорбера до стінки, пов'язана з температурою ПВС в адсорбері в такий спосіб:

$$q_n = a_n \cdot S \cdot (T_n - T_{cm}) \quad (8.6)$$

Виконавши підстановку (6) і (4) в (5) і виразимо T_{cm} :

$$T_{cm} = \frac{a_n \cdot S \cdot T_n + a_{cm} \cdot S \cdot T}{M_{cm} \cdot c_{cm} \cdot p + a_n \cdot S - a_{cm} \cdot S_{cm}} \quad (8.7)$$

де $p = \frac{d}{dt}$

Потім підставляємо (8.1) і (8.7) в (8.3) отримуємо вираз:

$$T \cdot (M \cdot c \cdot M_{cm} \cdot c_{cm} \cdot p^2 + (M \cdot c \cdot a_n \cdot S + a_{cm} \cdot S \cdot M \cdot c + a_{cm} \cdot S \cdot M_{cm} \cdot c_{cm} - \Phi \cdot M_{cm} \cdot c_{cm}) \cdot p + a_n \cdot S^2 \cdot a_{cm} - \Phi \cdot a_n \cdot S - \Phi \cdot a_{cm} \cdot S) = a_{cm} \cdot S^2 \cdot a_n \cdot T_n$$

З огляду на слабкий характер не лінійності і прийнявши допущення про незначні відхилення вихідної координати в процесі нормальної роботи від деякого початкового значення T_0 , проведемо лінеаризацію не лінійності, тобто заміну існуючої не лінійності $k_0 \cdot e^{-E/RT}$ в лінійну характеристику методом розкладання в ряд Тейлора біля робочої точки T_0 з відкиданням членів розкладання другого і вище порядків. Отримуємо

$$f(T)|_{T=T_0} = k_0 \cdot e^{-E/RT} \approx \frac{df(T)}{dT} \cdot T_0 = k_0 \cdot e^{-E/RT_0} \cdot \frac{E}{R \cdot T_0^2} \quad (8.8)$$

В результаті лінійне диференціальне рівняння математичного опису набуде вигляду

$$T \cdot (M \cdot c \cdot M_{cm} \cdot c_{cm} \cdot p^2 + (M \cdot c \cdot a_n \cdot S + a_{cm} \cdot S \cdot M \cdot c + a_{cm} \cdot S \cdot c_{cm} \cdot M_{cm} - k_0 \cdot q_p \cdot e^{-E/RT_0} \cdot \frac{E}{R \cdot T_0^2} \times \\ \times M_{cm} \cdot c_{cm}) \cdot p + a_n \cdot S^2 \cdot a_{cm} - k_0 \cdot q_p \cdot e^{-E/RT_0} \cdot \frac{E}{R \cdot T_0^2} \cdot a_n \cdot S - k_0 \cdot q_p \cdot e^{-E/RT_0} \cdot \frac{E}{R \cdot T_0^2} \cdot a_{cm} \cdot S) = \\ = a_{cm} \cdot S^2 \cdot a_n \cdot T_n$$

Потім виконавши формальну заміну змінних $T = y$, $T_n = u$ і підстановку

$$a_0 = M \cdot c \cdot M_{cm} \cdot c_{cm}$$

$$a_1 = M \cdot c \cdot a_n \cdot S + a_{cm} \cdot S \cdot M \cdot c + a_{cm} \cdot S \cdot c_{cm} \cdot M_{cm} - k_0 \cdot q_p \cdot e^{-E/RT_0} \cdot \frac{E}{R \cdot T_0^2} \cdot M_{cm} \cdot c_{cm}$$

$$a_2 = a_n \cdot S^2 \cdot a_{cm} - k_0 \cdot q_p \cdot e^{-E/RT_0} \cdot \frac{E}{R \cdot T_0^2} \cdot a_n \cdot S - k_0 \cdot q_p \cdot e^{-E/RT_0} \cdot \frac{E}{R \cdot T_0^2} \cdot a_{cm} \cdot S$$

$$K_u = a_{cm} \cdot S^2 \cdot a_n$$

маємо

$$a_0 \cdot \frac{d^2 y}{dt^2} + a_1 \cdot \frac{dy}{dt} + a_2 \cdot y = K_u \cdot u \quad (8.9)$$

Маючи на увазі виконання принципу суперпозиції для лінійних систем, на основі диференціального рівняння (8.9) отримуємо передавальну функцію об'єкта управління

$$W(p) = \frac{K_u}{a_0 \cdot p^2 + a_1 \cdot p + a_2} \quad (8.10)$$

параметри об'єкта:

- теплоємність реакційної суміші $c = 18 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{C}$;
- теплоємність стінки реактора $c_{cm} = 540 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{C}$;
- маса реакційної суміші $M = 1989 \text{ кг}$;
- маса стінки реактора $M_{cm} = 1000 \text{ кг}$;
- коефіцієнт тепловіддачі стінки реактора $a_{cm} = 62.8 \text{ Дж/с} \cdot \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$;
- коефіцієнт тепловіддачі пари $a_n = 87,2 \text{ Дж/с} \cdot \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$;
- площа тепловіддачі $S = 9,42 \text{ м}^2$;
- перед-експоненційний множник $k_0 = 0,7$;
- енергія активації $E = 820 \text{ кДж/кмоль}$;
- газова постійна $R = 8.31 \text{ кДж/кмоль} \cdot \text{K}$;
- тепловий ефект від реакції $q_p = 112 \text{ Дж/кг}$;
- початкова умова по температурі $T(0) = 17 \text{ }^\circ\text{C}$.

Коефіцієнти передавальної функції з урахуванням вище даних:

$$a_0 = 1989 \cdot 18 \cdot 1000 \cdot 540 = 1.933 \cdot 10^{10}$$

$$a_1 = 1989 \cdot 18 \cdot 87.2 \cdot 9.42 + 62.8 \cdot 9.42 \cdot 1989 \cdot 18 + 62.8 \cdot 9.42 \cdot 540 \cdot 1000 - 0.7 \cdot 112 \cdot e^{-820/8.3117} \cdot \frac{820}{8.31 \cdot 289} \times \\ \times 1000 \cdot 540 = 3.7 \cdot 10^8$$

$$a_2 = 87.2 \cdot 88.74 \cdot 62.8 - 0.7 \cdot 112 \cdot e^{-820/8.3117} \cdot \frac{820}{8.31 \cdot 289} \cdot 87.2 \cdot 9.42 - 0.7 \cdot 112 \cdot e^{-820/8.3117} \cdot \frac{820}{8.31 \cdot 289} \times \\ \times 62.8 \cdot 9.42 = 4.858 \cdot 10^5$$

$$K_u = 62.8 \cdot 9.42 \cdot 87.2 = 4.859 \cdot 10^5$$

Передавальна функція з урахуванням коефіцієнтів:

$$W(p) = \frac{4.86 \cdot 10^5}{1.93 \cdot 10^{10} \cdot p^2 + 3.7 \cdot 10^8 \cdot p + 4.86 \cdot 10^5} = \frac{1}{3.97 \cdot 10^4 \cdot p^2 + 761 \cdot p + 1} \quad (8.11)$$

Виконуємо моделювання, використовуючи математичний пакет MatLab. Модель подана на рис. 8.1, а результати моделювання на рис. 8.2.

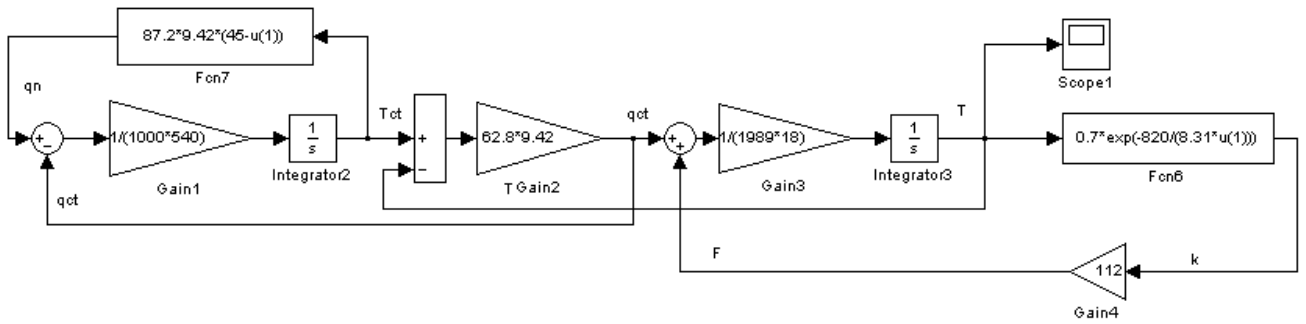


Рисунок 8.1 – Модель об'єкта регулювання

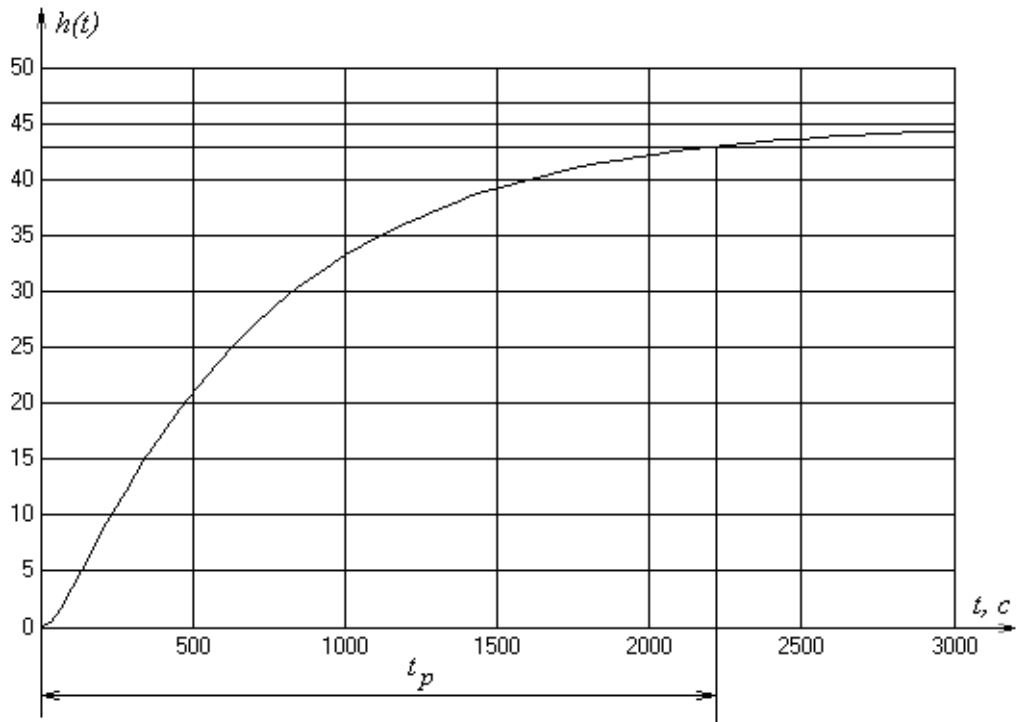


Рисунок 8.2 – Перехідна характеристика об'єкта регулювання

Час перехідного процесу $t_p = 2220 \text{ c} = 37 \text{ хв.}$

8.1.2 Перевірка адекватності математичної моделі

Для перевірки адекватності математичної моделі, отриманої аналітично, знімаємо криву розгону безпосередньо з головного об'єкта. Отримана характеристика представлена на рис. 8.3.

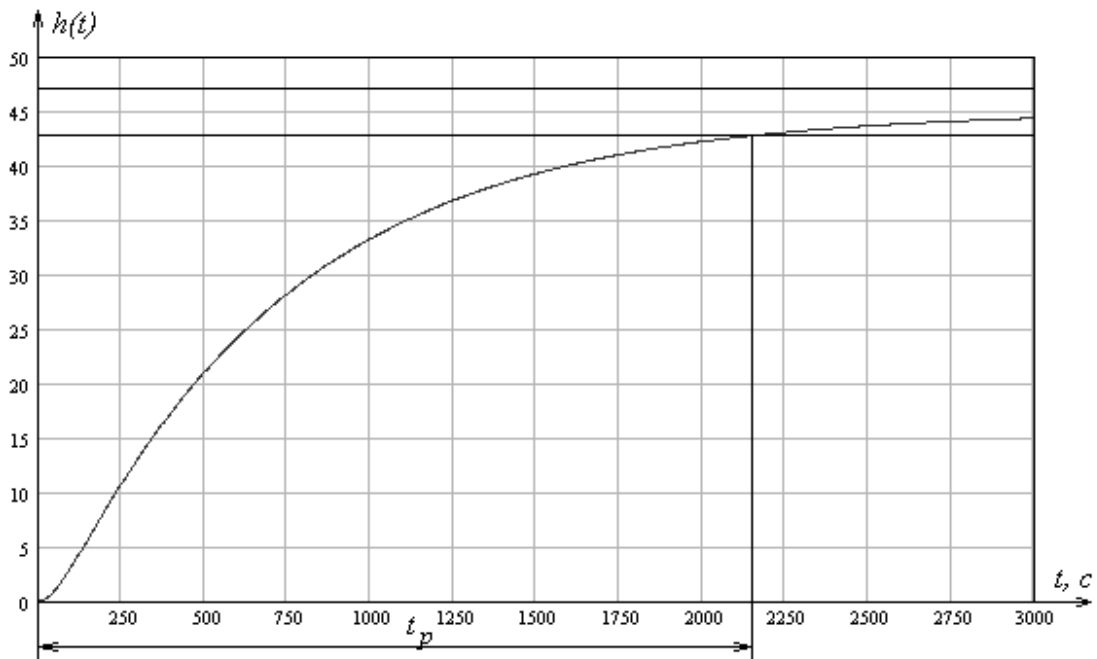


Рисунок 8.3 – Крива розгону об'єкта регулювання

Час перехідного процесу $t_p = 2230 \text{ c} = 37.2 \text{ мин.}$

Використовуючи метод найменших квадратів [15], перевіримо схожість двох кривих розгону (отриманої аналітичним і експериментальним способом). Для цього розбиваємо весь інтервал часу на 12 рівних частин. Визначаємо значення температури в відповідні моменти часу і зводимо їх в табл. 8.1.

Таблиця 8.1 – Значення температури в фіксовані моменти часу

t	0	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500	2750	3000
h отримані аналітично	0	11	21	28	33	37	39	41,5	42,5	43	43,5	44	44,5
h' отримані експериментально	0	10,9	21	27,9	33	36,9	39	41,5	42,4	43	43,5	44	44,5

Зробимо оцінку точності шляхом порівняння експериментальних значень досліджуваної величини з відповідними значеннями, отриманими аналітичним шляхом. Для цього обчислимо коефіцієнт детермінації R^2 (кореляції). Розрахунок базується на визначенні дисперсії, як показника, який оцінює ступінь розсіювання значень досліджуваної величини.

$$R^2 = \frac{S_{\tilde{h}}^2}{S_h^2} = \frac{\sum (\tilde{h}_i - \bar{\tilde{h}})^2}{\sum (h_i - \bar{h})^2} \quad (8.12)$$

де \bar{h} – середнє арифметичне

$$\bar{h} = \frac{\sum h_i}{n} = \frac{10.9 + 21 + 27.9 + 33 + 36.9 + 39 + 41.5 + 42.4 + 43 + 43.5 + 44 + 44.5}{12} = \frac{427.6}{12} = 35.63$$

$$\tilde{h} = \frac{\sum h_i}{n} = \frac{11 + 21 + 28 + 33 + 37 + 39 + 41.5 + 42.5 + 43 + 43.5 + 44 + 44.5}{12} = \frac{428}{12} = 35.67$$

$$R^2 = \frac{(11 - 35.67)^2 + (21 - 35.67)^2 + (28 - 35.67)^2 + (33 - 35.67)^2 + (37 - 35.67)^2 + (39 - 35.67)^2}{(10.9 - 35.63)^2 + (21 - 35.63)^2 + (27.9 - 35.63)^2 + (33 - 35.63)^2 + (36.9 - 35.63)^2 + (39 - 35.63)^2} +$$

$$+ \frac{(41.5 - 35.67)^2 + (42.5 - 35.67)^2 + (43 - 35.67)^2 + (43.5 - 35.67)^2 + (44 - 35.67)^2 + (44.5 - 35.67)^2}{(41.5 - 35.63)^2 + (42.4 - 35.63)^2 + (43 - 35.63)^2 + (43.5 - 35.63)^2 + (44 - 35.63)^2 + (44.5 - 35.63)^2} =$$

$$= \frac{1245.6668}{1250.5268} = 0.99$$

Якщо коефіцієнт детермінації дорівнює 1, то значення, отримані експериментальним і аналітичним шляхом повністю збігаються. Якщо ж коефіцієнт детермінації близький до 1, то можна вважати, що модель адекватна реальному об'єкту.

8.2. Вибір і розрахунок параметрів регулятора [16]

8.2.1 розрахунок налаштувань П-регулятора

Передавальна функція П-регулятора $W_n(p)$ є коефіцієнт підсилення регулятора k_n :

$$W_n(p) = k_n \quad (8.13)$$

Розрахунок регулятора проведемо методом визначення оптимальних параметрів за показником коливальності (метод В.Я. Ротача).

Визначаємо межу зони, в якій замкнута система управління буде мати запас стійкості буде не нижче заданого показника коливальності $M \leq M_3$. При цьому вважається, що САУ має необхідний запас стійкості, якщо її показник коливальності знаходиться в діапазоні $M = 1.3 \dots 2.3$, що відповідає ступеню згасання $\psi = 0.95 \dots 0.75$. Таким чином, вибираємо ступінь коливальності $M = 1.55$.

Частотна передаточна функція об'єкта управління $W_{об}(\omega)$ і П-регулятора $W_p(\omega)$:

$$W_{об}(\omega) = \frac{1}{3.97 \cdot 10^4 \cdot (j \cdot \omega)^2 + 761 \cdot j \cdot \omega + 1} \quad (8.14)$$

$$W_p(\omega) = k_p \quad (8.15)$$

Будуємо АФЧХ розімкнutoї системи $W(\omega) = W_n(\omega) \cdot W_{об}(\omega)$, використовуючи математичний пакет Mathcad. Потім знаходимо такий коефіцієнт підсилення k_p , при якому ця характеристика торкатиметься окружності, для заданого значення M . Результати побудови представлені на рис. 8.4.

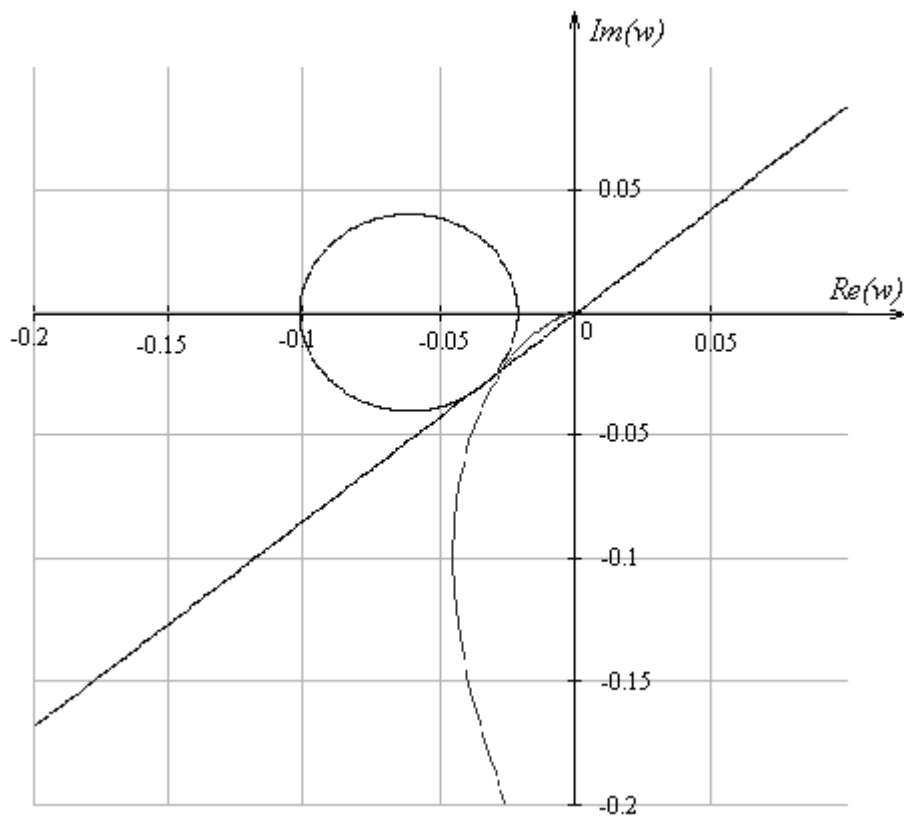


Рисунок 8.4 – АФЧХ розімкнутої системи і заборонена область

Величину коефіцієнта підсилення П-регулятора визначаємо відповідно до формули (8.16).

$$k_p = \frac{M}{M^2 - 1} \cdot \frac{1}{r_{окр}} \tag{8.16}$$

де $r_{окр}$ – радіус кола забороненої області.

$$k_p = 27.585$$

Графік перехідної характеристики $h(t)$ замкнутої системи при оптимальних настройках регулятора представлений на рис. 8.5.

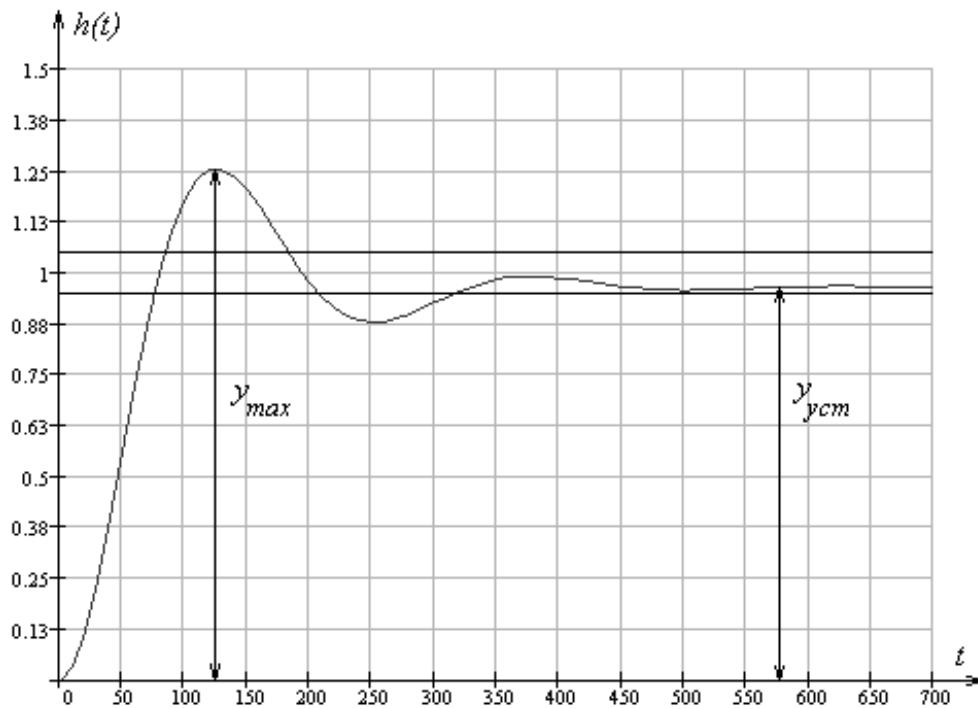


Рисунок 8.5 – Перехідна характеристика замкнутої системи при $k_n = 27.585$

Прямі показники якості, відповідно до отриманого графіку, такі:

- Перерегулювання $\sigma = \frac{y_{\max} - y_{\text{уст}}}{y_{\text{уст}}} \cdot 100\% = \frac{1.25 - 1}{1} \cdot 100\% = 25\%$, (8.17)
- Час перехідного процесу $t_p = 318$ с ,
- Статична помилка 3% .

8.2.2 розрахунок налаштувань ПІ-регулятора

Передавальна функція ПІ-регулятора $W_p(p)$ має вигляд:

$$W_p(p) = k_p \cdot \left(1 + \frac{1}{T_u p} \right) \quad (8.18)$$

де k_p - коефіцієнт передачі (підсилення) регулятора

T_u - час ізодрома

Частотна передавальна функція ПІ-регулятора $W_p(\omega)$:

$$W_p(\omega) = k_p + \frac{1}{T_u \cdot j \cdot \omega} \quad (8.19)$$

Будуємо АФЧХ розімкнутої системи $W(\omega) = W_p(\omega) \cdot W_{oo}(\omega)$ для різних значень часу ізодрома T_u , використовуючи математичний пакет Mathcad. Наступним шагом знаходимо такі коефіцієнти підсилення k_p , при яких данні характеристики будуть торкатись кола, для заданого значення M . Результати побудови представлені на рис. 8.6.

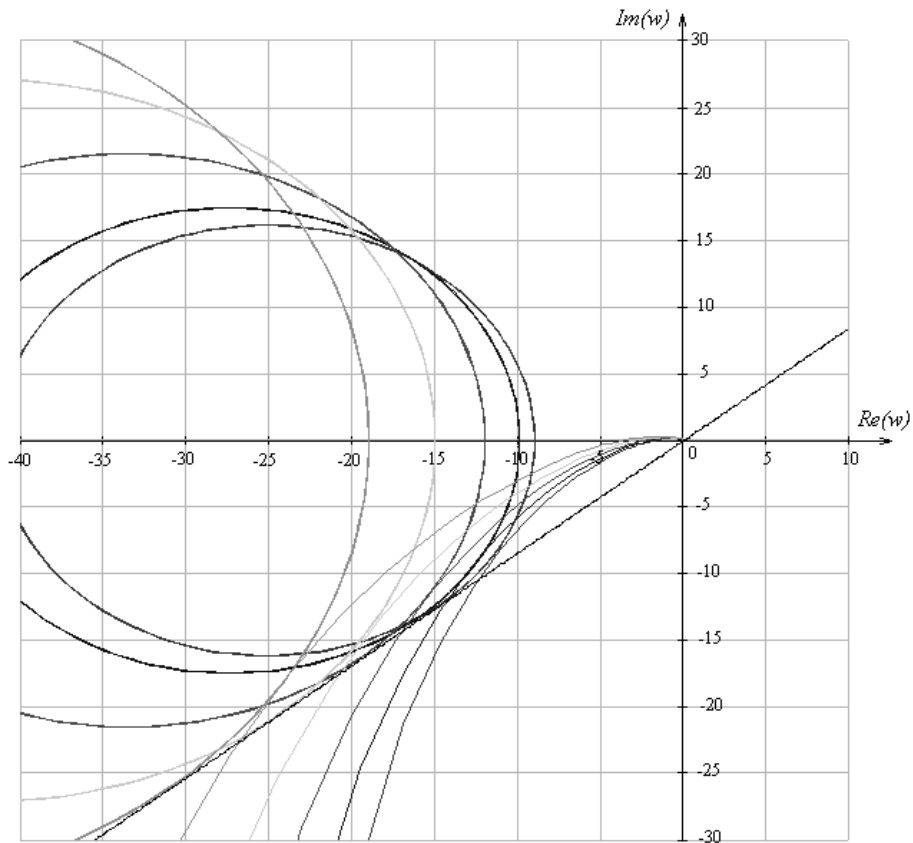


Рисунок 8.6 – Сімейство АФЧХ розімкнутої системи
 Величини коефіцієнта підсилення ПІ-регулятора визначаємо відповідно до формули (8.16)
 для кожного значення T_u .

Отримані пари налаштувань зводимо в табл. 8.2.

Таблиця 8.2 – коефіцієнти налаштування ПІ-регулятора

T_u	10	13	16	19	22	25	28	31	34	37	40	43
k_p	3,27	3,43	3,59	3,62	3,75	3,98	4,54	4,84	5,13	5,72	6,23	7,4

За результатами будуюмо графік залежності (рис. 8.7).

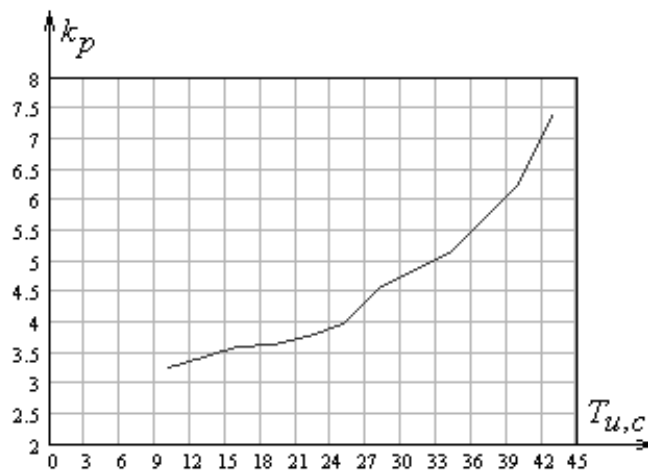


Рисунок 8.7 – Межа області заданого М

Для знаходження того, яка пара характеристик налаштувань дає найкращі показники якості, будемо графіки перехідних характеристик замкнутої системи для декількох значень T_u ($T_u = 25 \text{ c}$, $T_u = 31 \text{ c}$, $T_u = 37 \text{ c}$, $T_u = 43 \text{ c}$). Результати подані на рис. 8.8.

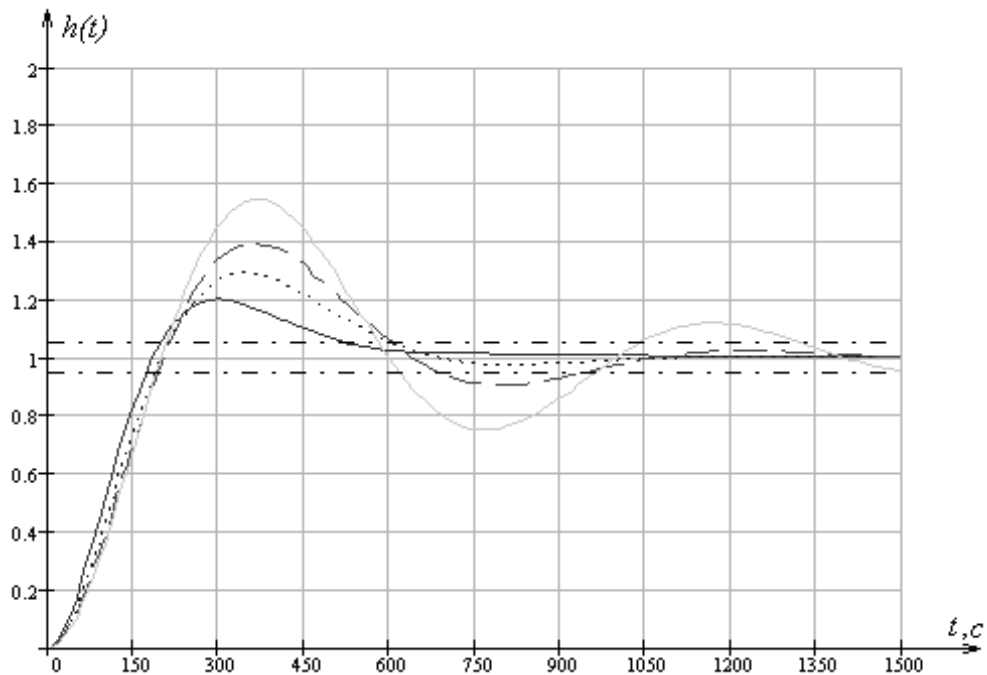


Рисунок 8.8 – Перехідні характеристики САУ для заданого М при різних значеннях часу ізодрома

Найкращі показники якості забезпечує пара характеристик налаштувань регулятора $k_p = 7,39$, $T_u = 43 \text{ c}$. Графік перехідної характеристики замкнутої системи при оптимальних настройках регулятора поданий на рис, 8.9.

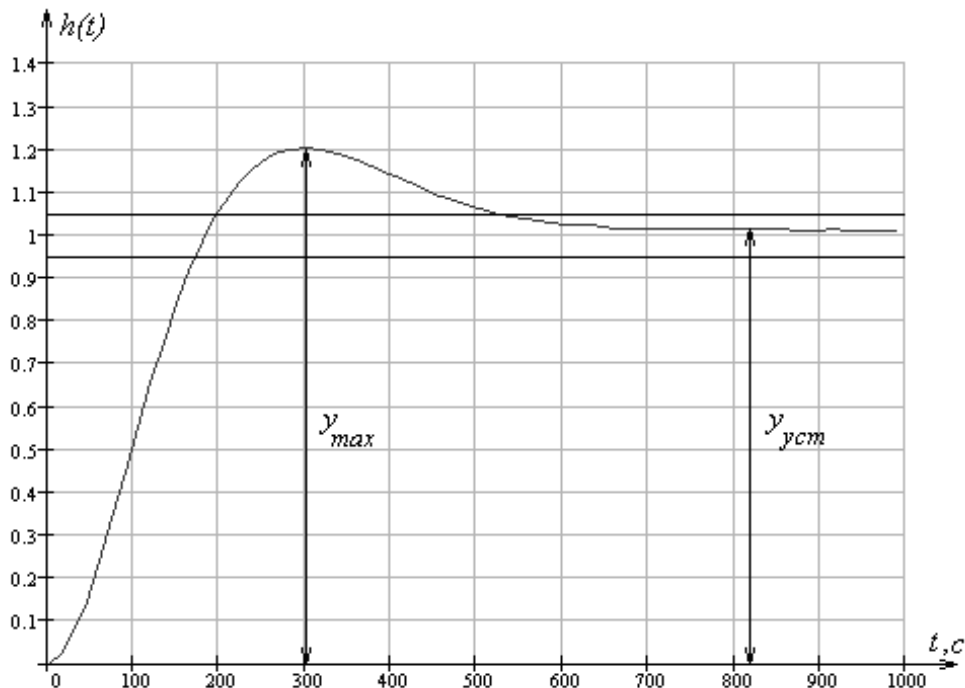


Рисунок 8.9 – Перехідна характеристика замкнутої системи при $k_p = 7,39$ $T_u = 43 \text{ c}$

Прямі показники якості, відповідно до отриманого графіку, такі:

- Перерегулювання $\sigma = \frac{y_{\max} - y_{уст}}{y_{уст}} \cdot 100\% = \frac{1.2 - 1}{1} \cdot 100\% = 20\%$,
- Час перехідного процесу $t_p = 540$ с.

8.2.3 Розрахунок налаштувань ПІД-регулятора

Передавальна функція ПІД-регулятора $W_{нид}(p)$ має вигляд:

$$W_{нид}(p) = k \cdot \left(1 + \frac{1}{T_u \cdot p} + T_d \cdot p \right) \quad (8.20)$$

де k - коефіцієнт передачі (підсилення) регулятора

T_u - час ізодрома

T_d - постійна часу диференціювання (час передування).

Формуємо частотну передавальну функцію ПІД-регулятора $W_{нид}(\omega)$:

$$W_{нид}(\omega) = k + \frac{1}{T_u \cdot j \cdot \omega} + \alpha \cdot T_u \cdot j \cdot \omega \quad (8.21)$$

$$\text{де } \alpha = \frac{T_d}{T_u}.$$

Для підвищення стійкості ПІД- регулятора до обурювального впливу співвідношення між величиною часу ізодрома і часу передавання вибираємо з умови

$$\frac{T_d}{T_u} < 0.25 \quad (8.22)$$

і прийmemo рівним $\alpha = 0.2$.

Будуємо АФЧХ розімкнутої системи $W(\omega) = W_{нид}(\omega) \cdot W_{од}(\omega)$ для різних фіксованих даних часу ізодрома T_u , використовуючи математичний пакет Mathcad. Наступним шагом знаходимо такі коефіцієнти підсилення k_p , при яких данні характеристики будуть торкатися кола, для заданого значення M . Результати побудови подані на рис. 8.10.

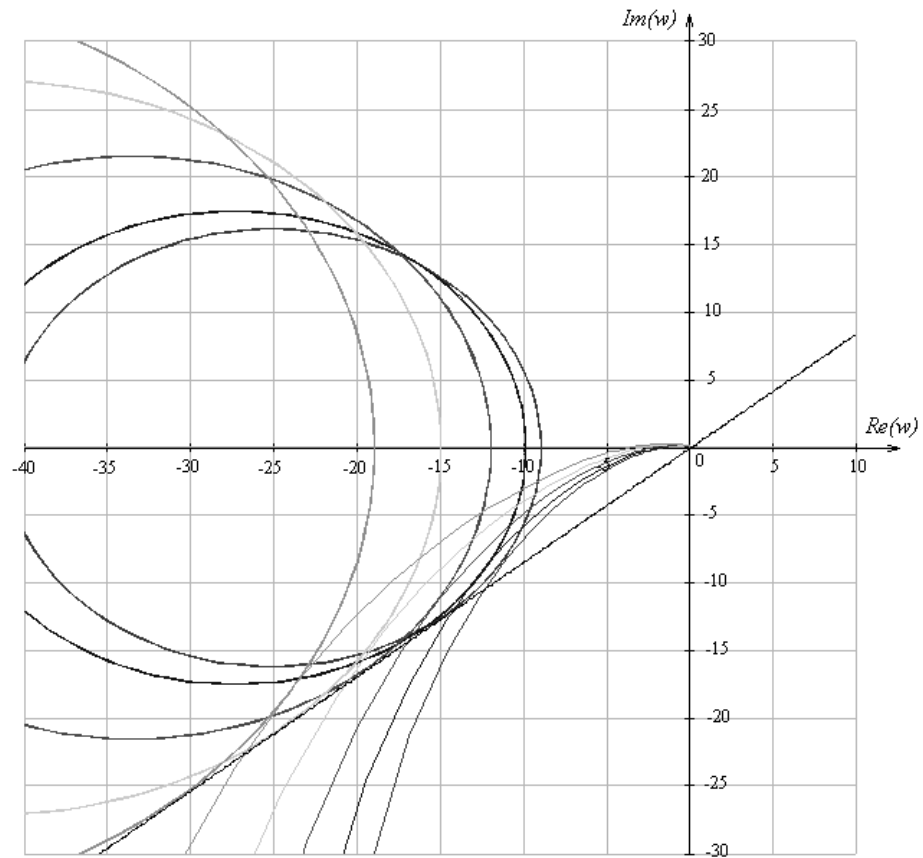


Рисунок 8.10 – Сімейство АФЧХ розімкнутої системи

Величини коефіцієнта підсилення ПД-регулятора визначаємо відповідно до формули (8.16) для кожного значення T_u .

Отримані налаштування зводимо в табл. 8.3:

Таблиця 8.3 – коефіцієнти налаштувань ПД-регулятора

T_u	10	13	16	19	22	25	28	31	34	37	40	43
T_δ	2	2,6	3,2	3,8	4,4	5	5,6	6,2	6,8	7,4	8	8,6
k_p	3,3	3,47	3,62	3,64	3,73	3,96	4,55	4,84	5,14	5,7	6,23	7,42

За результатами будемо графік залежності $k_p(T_u)$ (рис. 8.11).

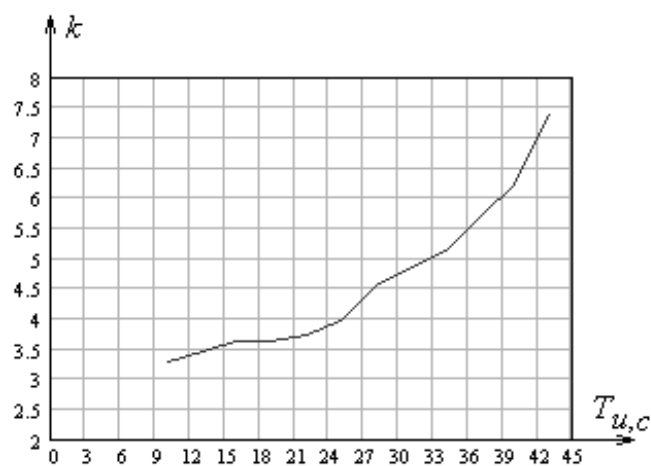


Рисунок 8.11 – Межа області заданого М

Для визначення того, яка пара налаштувань дає найкращі показники якості, будемо графіки перехідних характеристик замкнутої системи для декількох значень T_u ($T_u = 25 \text{ с}, T_u = 31 \text{ с}, T_u = 37 \text{ с}, T_u = 43 \text{ с}$). Результати подані на рис. 8.12.

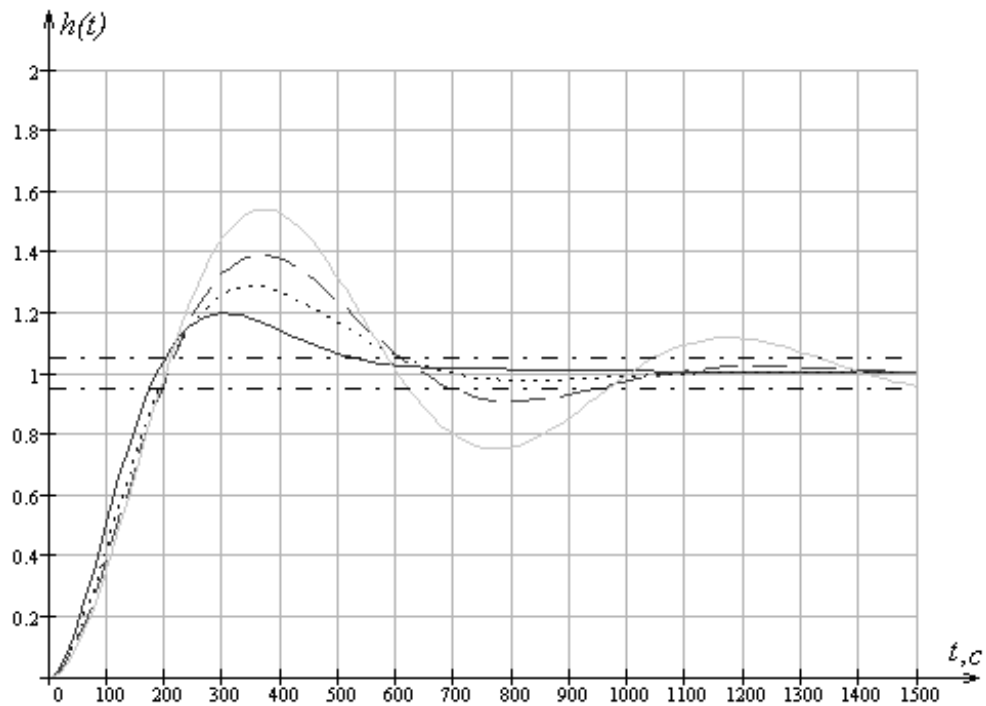


Рисунок 8.12 – Перехідні характеристики САУ для заданого M при різних значеннях часу іздррома

Найкращі показники якості забезпечує пара налаштувань регулятора $k_p = 7,41, T_u = 43 \text{ с}$. Графік перехідної характеристики замкнутої системи при оптимальних налаштуваннях регулятора поданий на рис. 8.13.

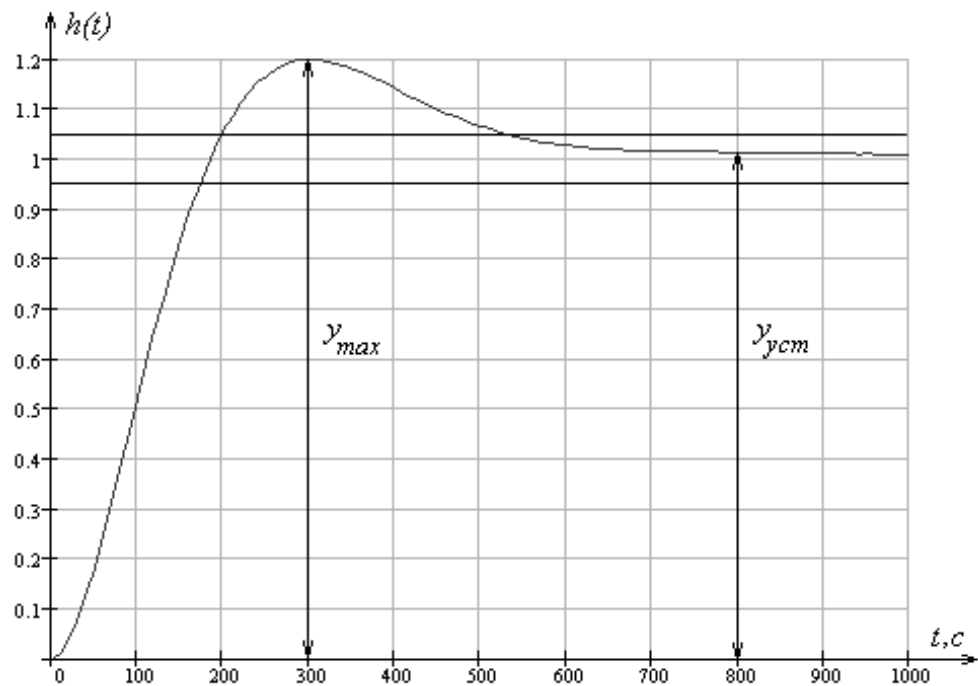


Рисунок 8.13 – Перехідна характеристика замкнутої системи при $k_p = 7,41 T_u = 43 \text{ с}$

Прямі показники якості, відповідно до отриманого графіку, такі:

- Перерегулювання $\sigma = \frac{y_{\max} - y_{\text{уст}}}{y_{\text{уст}}} \cdot 100\% = \frac{1.2 - 1}{1} \cdot 100\% = 20\%$,
- Час перехідного процесу $t_p = 535 \text{ c}$.

Порівнюючи знайдені результати, бачимо, що П-регулятор дає статистичну помилку, а також перерегулювання 25%, що не задовольняє наші умови. ПІ-регулятор і ПІД-регулятор дають незначну відміну в результатах. Оскільки ПІД-регулятор більш чутливий до обурувального впливу і складніший в реалізації, то для управління температурою ПВС будемо використовувати ПІ-регулятор.

ВИСНОВОК

Темою данного дипломного проекту є: система управління процесом рекуперації спиртово-ефірних сумішей.

При виконанні дипломного проекту я вивчив процес, провів аналіз на пожежо та вибухонебезпечність, токсичність, агресивність процесу. Процес автоматизації процесу рекуперації спирто – ефірних сумішей, являється пожежо вибухонебезпечним, складним, з великою кількістю взаємозв'язаних параметрів, апарати володіють великою інерційністю.

При виборі засобів автоматизації процесу я вибрав новітні датчики з іскро та вибухо захистом. Для з'єднувальних ліній використав броньовані кабелі, які заземлені на обох кінцях. В якості вторинних пристроїв використав мікропроцесорну техніку.

Так як процес складний, з великою кількістю взаємозв'язаних параметрів, то процес потребує високої якості контролю і регулювання. В своєму дипломному проекті я використовую мікропроцесорний контролер МК-51 та інші сучасні пристрої.

Після аналізу технологічного процесу я визначив параметри регулювання, контролю, сигналізації, обґрунтував вибір засобів автоматизації, дав описання роботи схеми сигналізації, керування електродвигуном, провів розрахунок уставки настроювальних параметрів мікропроцесорного регулятора МК-51.

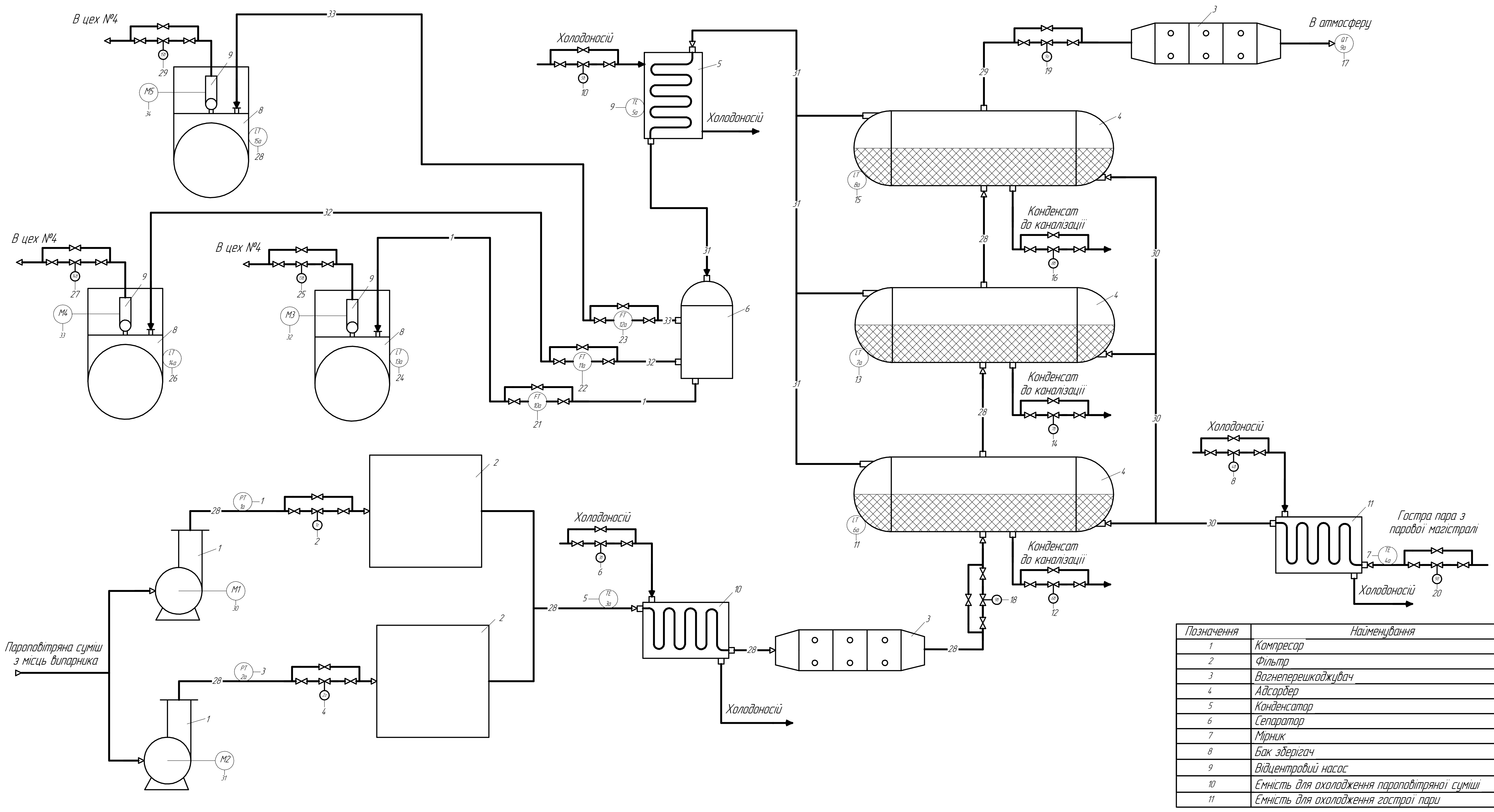
В результаті автоматизації, системи автоматизації процесу рекуперації спирто – ефірних сумішей, було впроваджено новітні засоби автоматизації, які дозволяють автоматично регулювати та контролювати даний виробничий процес на безпечній відстані.

Розроблена система автоматизації дозволить покращити основні технологічні показники, покращить умови праці, виведе обслуговуючий персонал із небезпечної зони і дає змогу вести технологічний процес в безаварійному режимі.

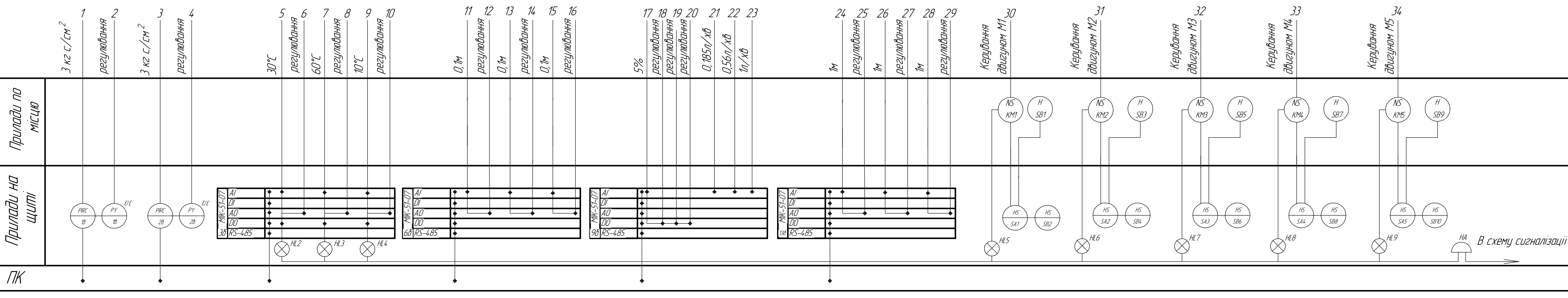
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Технологічний регламент виробництва процесу рекуперації спиртово-ефірної суміші
2. В.А. Голубятников, В.В. Шувалов Автоматизация производственных процессов в химической промышленности, – М.: Химия, 1972. – 248с.
3. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справ пос. / А.С. Ключев Б.В. Глазов, А.Х. Дубровский, А.А. Ключев; под ред. А.С. Ключева – М.: Энергоатомиздат, 1990.-464 с.
4. Датчик тиску ПД100-ДІ-171
<https://owen.ua/ru/datchiki/pd100-di-111-171-181-datchiki-davlenija-obschepromyshlennye>
5. Датчик температури ТСП 8040р.
<https://termopara.org/pribor/termopreobrazovateli-soprotivleniya-tspm-8040r>
6. Датчик рівня (поплавковий) ПДУ-И.
<https://owen.ua/ru/datchiki/pdu-i-poplavkovye-datchiki-urovnja-s-analogovym-vyhodnym-signalom-4-20-ma/tehnicheskie-harakteristiki>
7. Датчик концентрації спирту АДТ-23-3425.
<http://diolenergo.ru/katalog/msr-electronic-germaniya/datchik-yetilovogo-spirta-c2h5oh/adt-23-3425>.
8. Датчик витрати турбінний DPE-R. (KOBOLD)
<https://www.koboldgroup.ru/opisanie/raskhodomer-turbinyy-dpe>
9. Прилад Диск 250М.
<http://xn--90ahjlrcccjdm.xn--p1ai/catalog/disk-250m/>
10. Перетворювач аналогового сигналу ПАС 24-10 Ц24.
http://www.svaltera.ua/upload/manuals/Elim/PAS%2024-10_man.pdf
11. Мікропроцесорний контролер МИК 51-07
http://www.microl.ua/index.php?page=shop.product_details&flypage=garden_flypage.tpl&product_id=38&category_id=24&option=com_virtuemart&Itemid=71
12. Двоходовий клапан Belimo H625S
<https://profimann.com.ua/zaporno-reguliruyushchaya-armatura/sedelnye-klapan-y-s-elektroprivodami/klapan-2-hodovoy-sedelnyy-belimo-h625s-dn-25-flanec-kvs-10-pn16/>
13. Електропривід Belimo AVK230А-3
<http://belimo.com.ua/shop/zaporno-reguliruyushchaya-armatura-s-elektroprivodami/privody-dlya-zapornoj-armatury/privodi-sedelnyx-klapanov/belimo-avk230a-3-2/>

14. Бояринов А.И., Кафаров В.В. Методы оптимизации в химической технологии. – М.: Химия, 1969. – 564с.
15. Регрессионный анализ, – Режим доступа: <http://sumdu.edu.ua/textbooks//11882/134613/index.html>.
16. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного регулювання. – Підручник. К.: Либідь, 1997. – 544 с.
17. Інструктивні вказівки до виконання курсових і дипломних проектів з напрямку підготовки «Системна інженерія» і спеціальності «Комп'ютеризовані системи управління і автоматика», – Суми.: СумДУ, 2013. – 69 с.

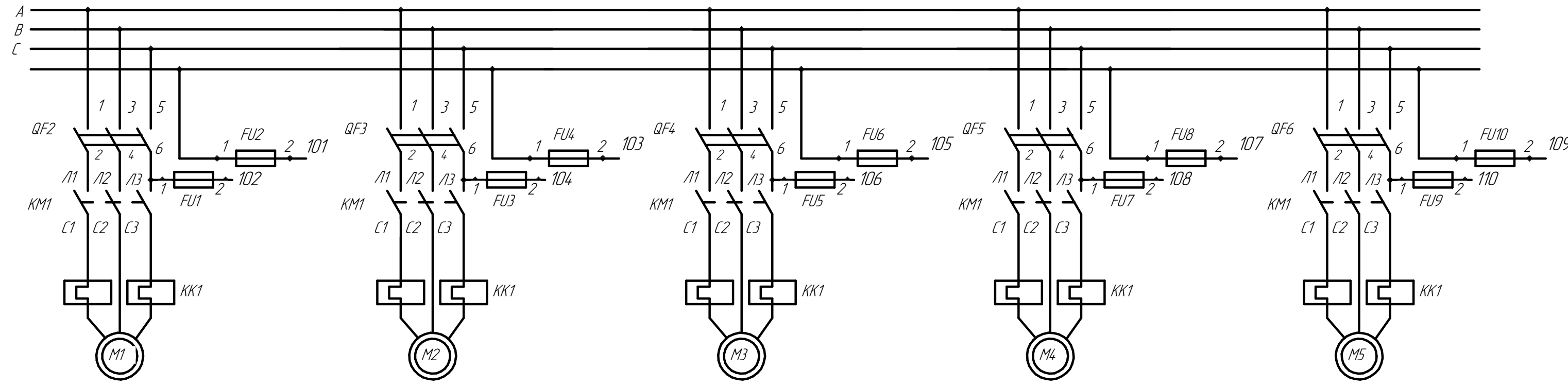
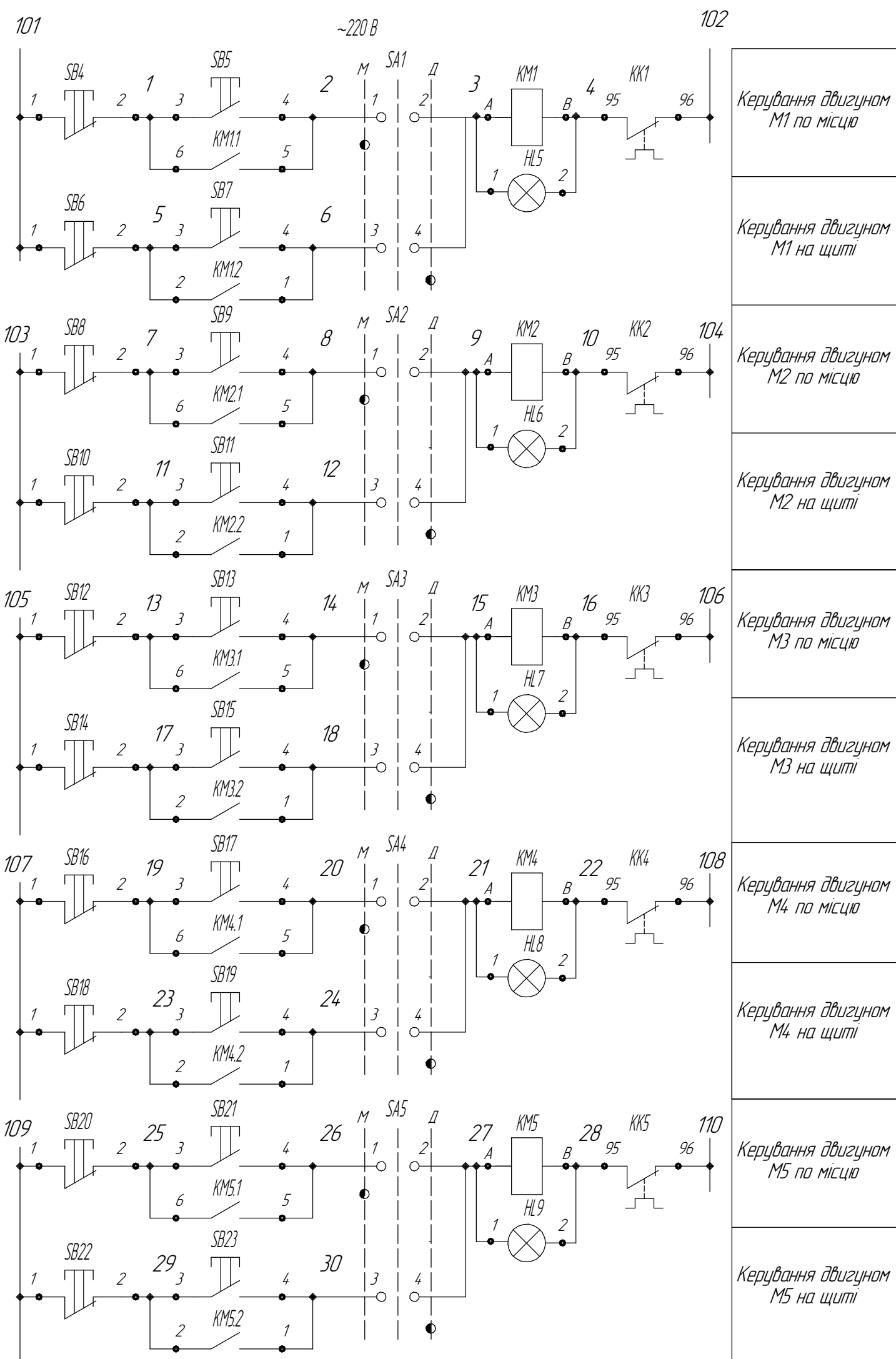
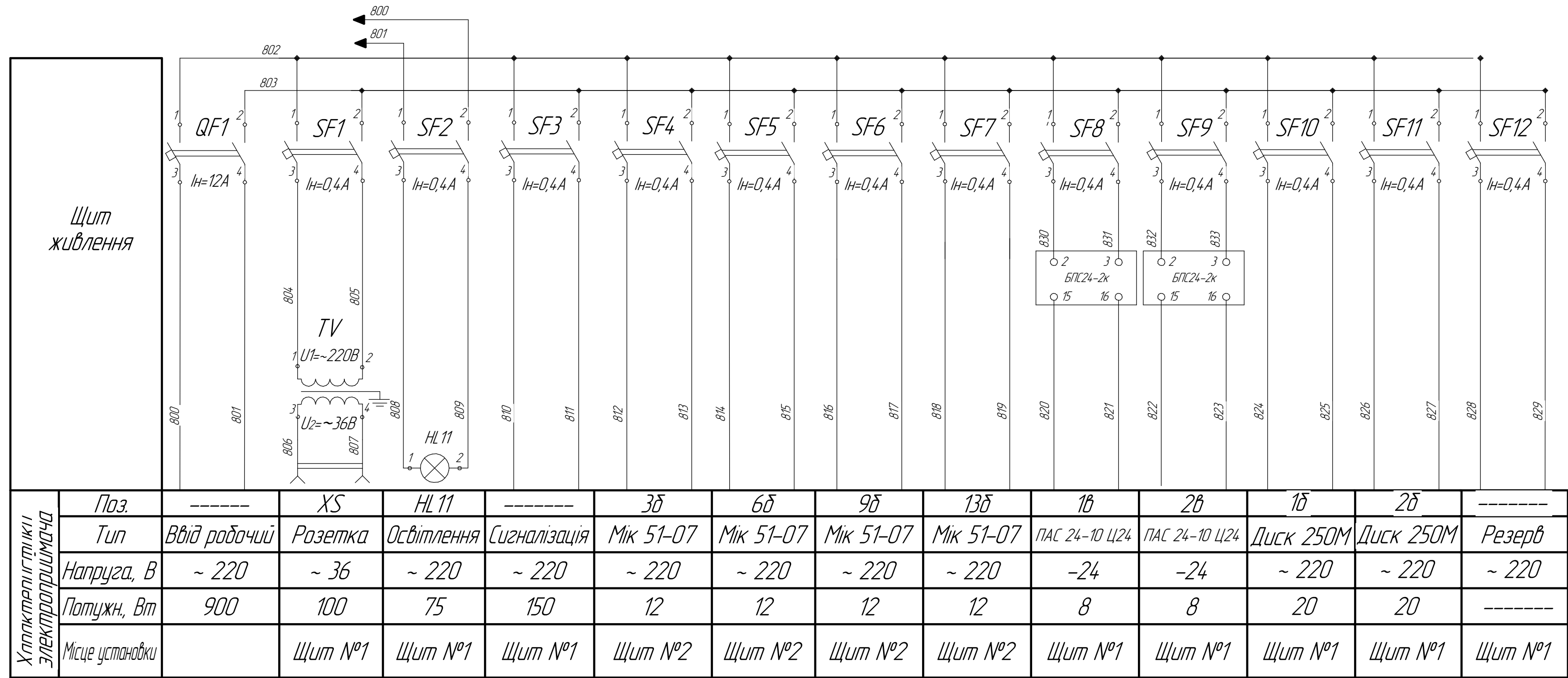
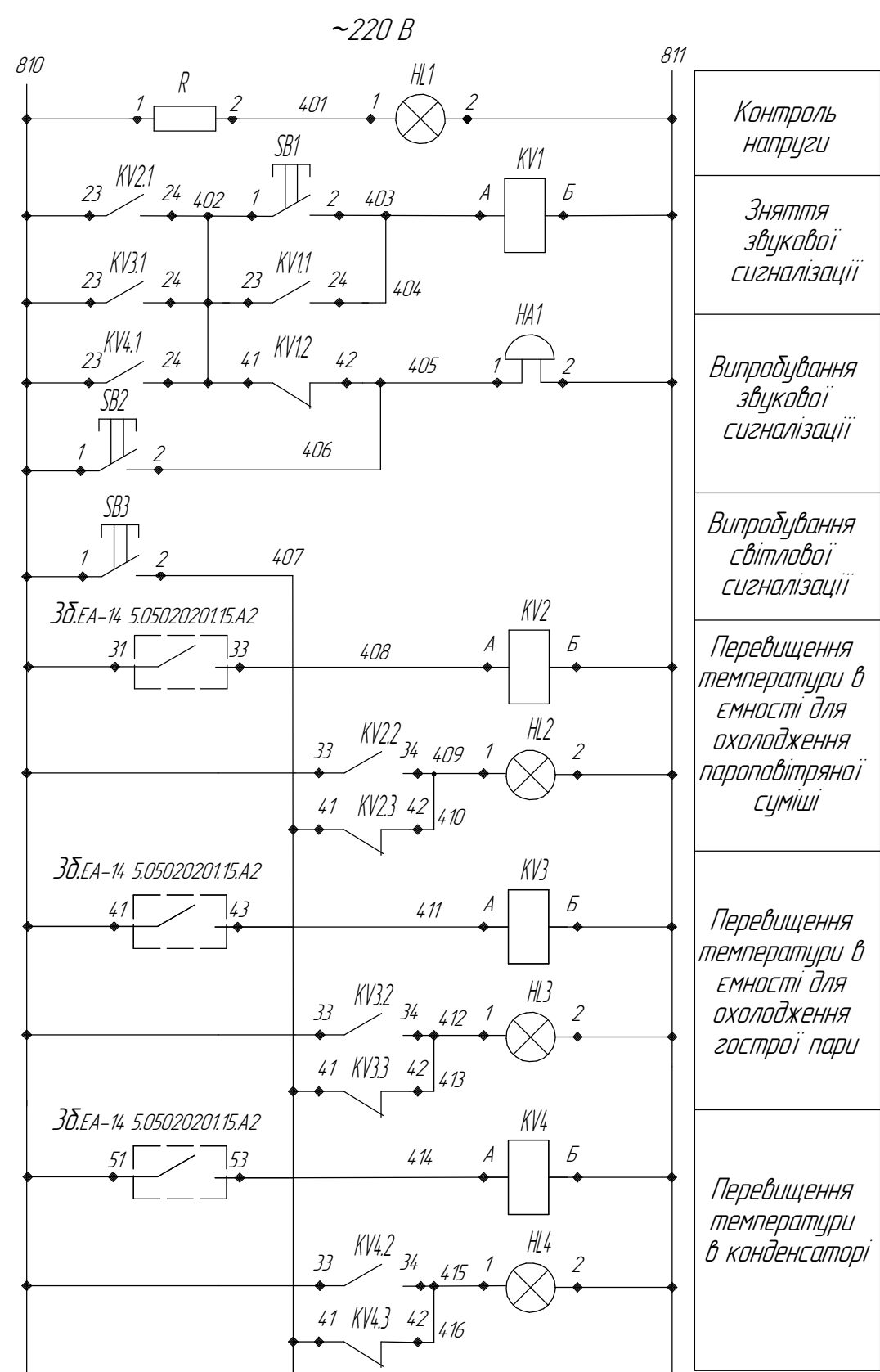


Позначення	Найменування
1	Компресор
2	Фільтр
3	Вогнеперешкоджувач
4	Адсорбер
5	Конденсатор
6	Сепаратор
7	Мірник
8	Бак зберігач
9	Відцентровий насос
10	Ємність для охолодження пароповітряної суміші
11	Ємність для охолодження гострої пари

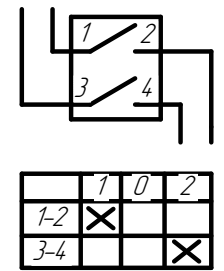


Позначення	Найменування
1	Вода
28	Пароповітряна суміш
29	Чисте повітря
30	Гостра пара
31	Потрібна суміш
32	Спирт
33	Ефір

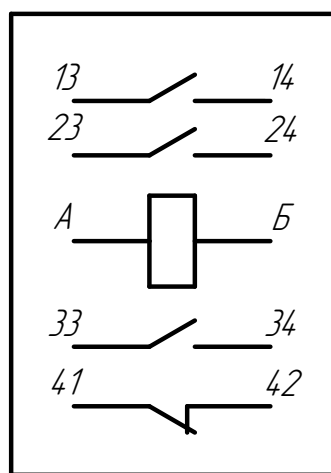
СУЗТ-71Ш.6.050201. 10.A2			
Зм.	Лист	№ док.	Підп.
Розроб.	Ширшак Я.Є.	Дата ПС	
Перев.			
І.контр.			
Реценз.			
Зат.			
Система управління процесом рекуперації спиртово-ефірних сумішей. Функціональна схема			Лит. Масса Масштаб
			Арк. Аркциклів 1
			ШІ СумДУ
Копіював			Формат А1



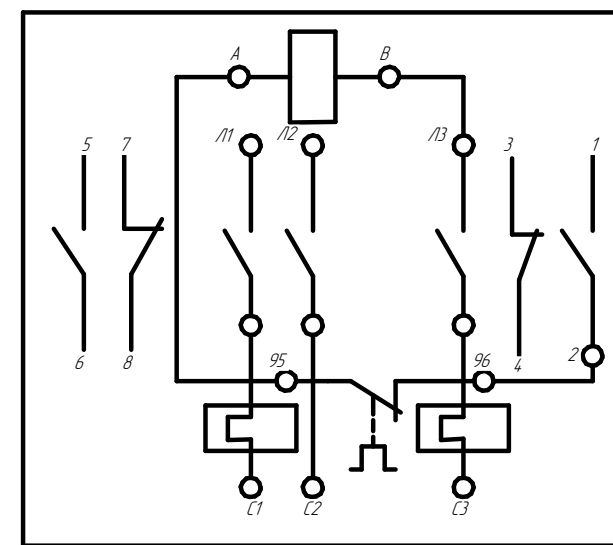
SA (ПКП Е9.16/1-831)



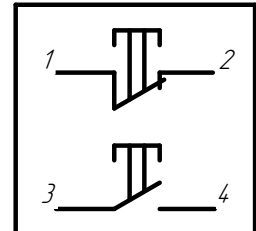
KV (РПУ-3-114)



KM (ПАЕ-312)



SB (ПКЕ-222-2)



Зона	Позиція	Позначення	Кількість	Примітка
	HA	Двабик МЗ-1 сила збукі 103 АБ, U~220В, 50Гц ТУ95-05.1044-76	1	U~220В
	HL, HL9	Ампература сигнальна АС-220 в комплекті з лампою U~220-10, ТУ16.535.426-70	6	
	KV1, KV4	Проміжне реле РПУ-3-114 ТУ16-52307-75	4	U~220В
	SB1, SB3	Пост управління кнопковий ПКЕ-222-1 ГОСТ 34555-73	3	
	SB4, SB23	Пост управління кнопковий ПКЕ-222-2 ГОСТ 34555-73	8	
	SA1, SA5	Перемикач ПКП Е9.16/1-831 U~380 І-15А, ТУ16-526.308-77	2	U~380В
	R	Резистор (Номинальні значення R=50 Ом)	1	
	KM1, KM5	Пускоч магнітний ПАЕ-312 ГОСТ 34555-75	2	U~220В
	QF1, QF6	Вимикач автомат. 2-х полюсний АК-63-М, U~220В, Іср=12А ТУ16.522.110-74	1	
	SF1, SF12	Вимикач автоматичний 2-х полюсний І=1,6А, ГОСТ Р50345-99	15	
	HL 11	Лампа розжарден. 6-220-20 U~220В, P=75Вт ТУ16.535.181-78, патрон стельовий ПП-63	1	U~220В
	TV	Трансформатор понижаючий ОСМ-01, U1~220В, U2~36В, ТУ16.517.851-76	1	
	XS	Розетка штепсельна РШ-К-2-С0-2-6/10/-220,6А, U~36В ТУ16.536.162-73	1	

СУЗТ-71Щ.6.050201.10.E3

Зм.	Лист	№ док.	Підп.	Дата	Лит.	Маса	Масштаб
Розроб.		Шапар Я.Е.					
Перев.		Лата П.С.					
І.контр.							
Реценз.							
Зат.							