

Міністерство освіти і науки України
Шосткинський інститут
Сумського державного університету
Факультет денної форми навчання
Кафедра системотехніки та інформаційних технологій

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

_____ Худoley Г.М.

«__»_____20.... р.

Бакалаврська робота на тему:

«Система управління процесом теплопостачання на базі теплового насосу»

Керівник роботи:

викладач-стажист

Сердюк І. В.

Бакалаврант:

студентка групи СУ-71Ш

Акуліна А. Д.

Шостка – 2021 р.

РЕФЕРАТ

Акуліна Анастасія Денисівна. Система управління процесом теплопостачання на базі теплового насосу. Бакалаврська робота. Шосткинський інститут Сумського державного університету. Шостка, 2021 рік.

Дипломний проект містить 65 аркушів пояснювальної записки, з урахуванням 46 рисунків, 3 таблиць; конструкторську документацію, що містить 2 креслення.

Розроблена система управління процесом теплопостачання з використанням теплового насоса LG Therma V AH-W096A0 9 кВт на базі програмованого логічного контролера Овен-TRM12. Проведений розрахунок контуру управління температурою в опалюваному приміщенні і розроблений алгоритм управління технологічним процесом. Задовільна якість роботи теплового насоса LG Therma V AH-W096A0 9 кВт підтверджена результатами моделювання. Проведений розрахунок регуляторів. Проведений вибір регулятора.

Ключові слова: система управління, теплопостачання, тепловий насос, програмований логічний контролер, регулятор.

SUMMARY

Akulina Anastasia Denisovna. Heat supply process control system based on heat pump. Bachelor work. Shostka Institute of Sumy State University. Shostka, 2021.

The diploma project contains 65 sheets of explanatory note, taking into account 46 figures, 3 tables; design documentation containing 2 drawings.

The control system of heat supply process with the use of heat pump LG Therma V AH-W096A0 9 kW on the basis of the programmable logic controller Aries-TRM12 is developed. The calculation of the temperature control circuit in the heated room is carried out and the algorithm of process control is developed. Satisfactory quality of work of the heat pump LG Therma V AH-W096A0 9 kW is confirmed by simulation results. The calculation of regulators is carried out. The regulator is selected.

Key words: control system, heat supply, heat pump, programmable logic controller, regulator.

ЗМІСТ

с.

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ І ПОЗНАЧЕНЬ	7
ВСТУП.....	8
1. КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА УПРАВЛІННЯ.....	9
1.1 Процес охолодження	9
1.2 Постійне повторення процесу	10
1.3 Процес на прикладі повітряно-водяного теплового насоса.....	10
1.4 Процес стиснення.....	11
1.5 Принцип роботи системи управління	11
2. ВИБІР КАНАЛІВ УПРАВЛІННЯ, СИГНАЛІЗАЦІЇ ТА БЛОКУВАННЯ	11
2.1 Температура в опалюваному приміщенні Ошибка! Закладка не определена.	
2.2 Тиск в трубопроводі подачі води до користувача Ошибка! Закладка не определена.	
2.3 Витрата в трубопроводі подачі користувача Ошибка! Закладка не определена.	
3. ВИБІР СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ, РОЗРОБКА СИСТЕМИ СИГНАЛІЗАЦІЇ ТА ЗАХИСТУ.....	17
3.1 Вибір датчика вуличної температури.....	17
3.2 Вибір датчика кімнатної температури Ошибка! Закладка не определена.	
3.3 Вибір датчиків тиску..... Ошибка! Закладка не определена.	
3.4 Вибір датчика температури води.....	23
3.5 Вибір витратоміра	Ошибка! Закладка не определена.
3.6 Вибір клапанів 3-х ходових.....	Ошибка! Закладка не определена.
3.7 Вибір сервопривода для 3-х ходових клапанів Ошибка! Закладка не определена.	
3.8 Вибір рециркуляційного насосу	Ошибка! Закладка не определена.
3.9 Вибір розширювального баку	Ошибка! Закладка не определена. 3
3.10 Вибір буферної ємності	Ошибка! Закладка не определена.
3.11 Вибір бойлера	37
3.12 Вибір теплового насосу	39

3.13 Вибір контролеру	41
3.14 Вибір групи безпеки	44
3.15 Вибір приладу сигналізації та аварійного блокуванн	46
4. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА.....	49
4.1 Дослідження і налаштування контуру регулювання.....	49
4.2 Отримання математичного опису об'єкта управління.....	49
4.3 Перевірка адекватності модулів об'єкта управління	Ошибка! Закладка не определена.
4.4 Вибір регулятора та розрахунок його параметрів	Ошибка! Закладка не определена.
4.5 Розрахунок оптимальних налаштувань методом Ротача	Ошибка! Закладка не определена.
4.6 Моделювання об'єкта управління.....	Ошибка! Закладка не определена.
5. АЛГОРИТМ ТА SCADA-СИСТЕМА	Ошибка! Закладка не определена.
ВИСНОВОК.....	Ошибка! Закладка не определена.
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	Ошибка! Закладка не определена.

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ І ПОЗНАЧЕНЬ

АСУ – автоматизована система управління.

АСУП – автоматизована система управління підприємством.

АСУТП – автоматизована система управління технологічним процесом.

ГВП – гаряче водопостачання.

МЕК – міжнародна електротехнічна комісія.

МК – мікроконтролер.

П – пропорційний.

ПІ – пропорційно-інтегральний.

ПІД – пропорційно-інтегрально-диференціальний.

ВСТУП

З кожним роком у світі погіршується екологічна ситуація, зростає потреба в економії природних ресурсів та зменшенні шкідливого впливу на навколишнє середовище. Доводиться шукати нові технології, що будуть забезпечувати потреби людства й одночасно не впливатимуть на екологію.

Однією з основних потреб людини є тепло. Зазвичай для його отримання використовують горючі речовини, такі як нафта, природний газ та вугілля, запаси яких поступово вичерпуються, а продукти згорання потрапляють в повітря, забруднюючи його. Альтернативним рішенням такої ситуації є використання систем тепlopостачання на базі теплового насосу, який володіє високими екологічними показниками та не потребує використання палива. Він використовує низько потенційні джерела енергії.

Тепловий насос – це пристрій, який буквально викачує тепло з повітря, води або землі та направляє його до системи опалення та гарячого водopостачання. Під час його роботи енергія витрачається не на пряме нагрівання системи опалення, а на перекачування тепла з навколишнього середовища в приміщення. Таким чином, основною перевагою теплового насосу перед звичними способами опалення є його економічність. Він використовує на 80% менше енергії, ніж електричний котел. Також, відсутність процесів горіння робить тепловий насос безпечним у процесі експлуатації.

1 КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА УПРАВЛІННЯ

Принцип роботи ТН нагадує роботу холодильника. У той час як холодильник відводить теплову енергію і спрямовує її назовні, тобто з внутрішньої частини холодильника, тепловий насос робить навпаки: він забирає теплову енергію від навколишнього середовища за межами приміщення і перетворює її в корисну для опалення. Тепловий насос може забирати теплову енергію як з повітря всередині приміщення або зовні, так і з ґрунтових вод і ґрунту. І оскільки температура отриманого тепла, як правило, не достатня для того, щоб опалювати будівлю або забезпечувати його гарячою водою, в справу вступає термодинамічний процес.

1.1 Процес охолодження

В незалежності від того, який тип теплового насоса використовується для опалення, в функціонал теплового насоса також входить процес охолодження, який відбувається в чотири етапи.

1) Випаровування

Для того, щоб почати процес випаровування рідини, необхідна енергія. Цей процес можна спостерігати на прикладі з водою. Якщо ємність з водою нагрівається до 100 градусів Цельсія (теплова енергія подається) вода починає випаровуватися. При подальшій подачі теплової енергії температура води не підвищується. Замість цього вода повністю перетворюється на пару.

2) Стиснення газу

При стисненні газу, наприклад повітря (тиск збільшується), також підвищується температура. Ви можете спостерігати це наприклад, якщо ви притримуєте отвір в велосипедному повітряному насосі і почнете процес "накачування" повітря, ви відчуете тепло.

3) Конденсація

Відповідно до закону збереження енергії при конденсації водяної пари, вивільняється теплова енергія, яка раніше використовувалася для випаровування.

4) Розширення

При різкому зниженні тиску в рідині, що знаходиться під тиском, температура знижується в кілька разів. Це можна спостерігати на прикладі балона зі зрідженим газом для кемпінгового пальника. Відкриття клапана може призвести до утворення льоду на клапані балона з рідким газом навіть влітку. (Тут тиск знижується з 30 бар до 1 бар.)

1.2 Постійне повторення процесу

Ці процеси відбуваються всередині теплового насоса в замкнутому контурі. Для транспортування тепла використовується рідина (холодоагент), яка випаровується при дуже низьких температурах. Щоб випарувати цю рідину, використовується теплова енергія з землі або зовнішнього повітря. Для цього достатньо температури в мінус 20 градусів за Цельсієм. Далі холодні пари холодоагенту стискаються компресором. При цьому їх температура зростає до 100 градусів Цельсія. Ці пари холодоагенту конденсуються і віддають тепло в систему опалення. Потім тиск рідкого холодоагенту на розширювальному клапані сильно знижується. При цьому температура рідини знижується до вихідного рівня. Процес може починатися спочатку.

1.3 Процес на прикладі повітряно-водяного теплового насоса

Найпростіше пояснити цей процес на прикладі повітряно-водяного теплового насоса: тепловий насос "повітря-вода" може складатися з однієї або двох складових. В обох випадках вбудований вентилятор активно направляє навколишнє повітря в теплообмінник. Через теплообмінник проходить холодоагент, який переходить з одного стану в інший при дуже низьких температурах. Усередині теплообмінника холодоагент нагрівається повітрям з навколишнього середовища і поступово переходить в газоподібний стан. Для підвищення температури, виникаючих при цьому парів, використовується компресор. Він стискає пари холодоагенту і збільшує як тиск, так і їх температуру до необхідного значення.

Інший теплообмінник (конденсатор) потім передає тепло від нагрітих парів холодоагенту на опалення (теплі підлоги, радіатори, буферна ємність або водонагрівач). Холодоагент, що знаходиться під тиском віддає тепло, його температура падає і він знову переходить в рідкий стан. Перед тим, як перейти назад

в контур, холодоагент спочатку розширюється в розширювальному клапані. Після того, як він досягне свого вихідного стану, процес в холодильному контурі може починатися з самого початку.

1.4 Процес стиснення

Основним компонентом контуру теплового насоса є компресор. Це обумовлено тим, що температура на виході занадто низька, без застосування процесу стиснення, щоб нагріти приміщення до комфортної температури, особливо в дуже холодні дні з двозначними мінусовими температурами.

На практиці використовуються різні компресори, в тому числі поршневі компресори або спіральні компресори, що працюють від електричного приводу. Кількість споживаної енергії для стиснення залежить від багатьох факторів. До них відносяться: потреба в опаленні, компресорна техніка і, не в останню чергу, різниця температур між джерелом тепла і системою опалення. В принципі, чим вище різниця температур між джерелом тепла і температурою подачі, тим більше повинен працювати компресор.

1.5 Принцип роботи системи управління

Принцип роботи теплового насоса представлена на рисунку 1.1.

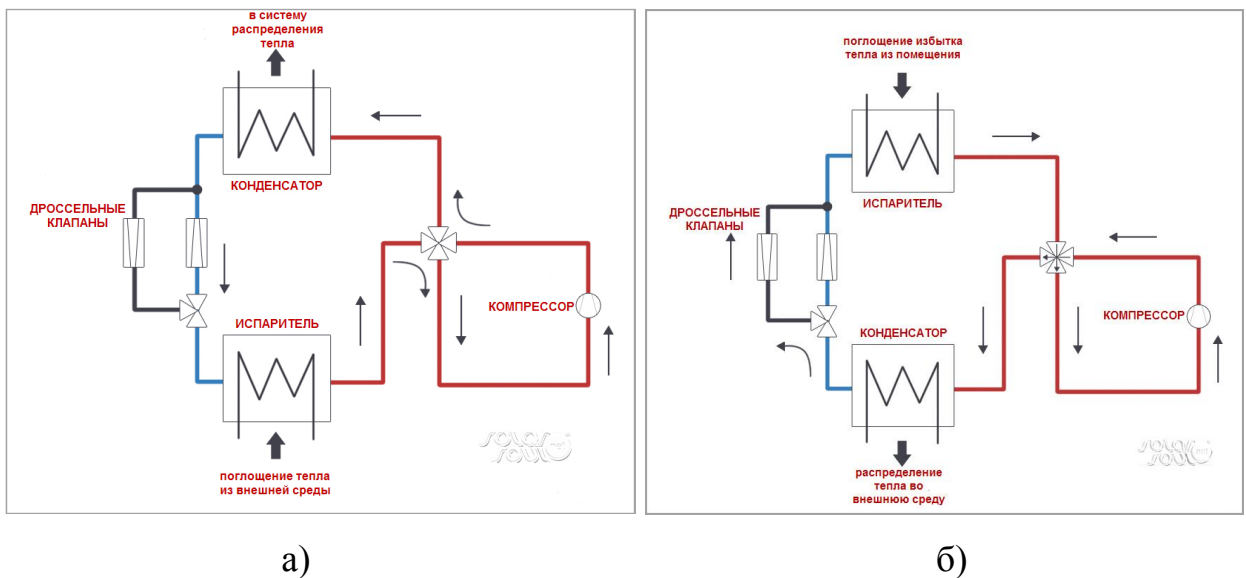


Рисунок 1.1 – Принцип роботи теплового насоса а) на нагрівання б) на охолодження

1.5 Структурна схема та робота теплопостачання на основі теплового насосу «повітря-вода»

На рисунку 1.2 зображена структурна схема.

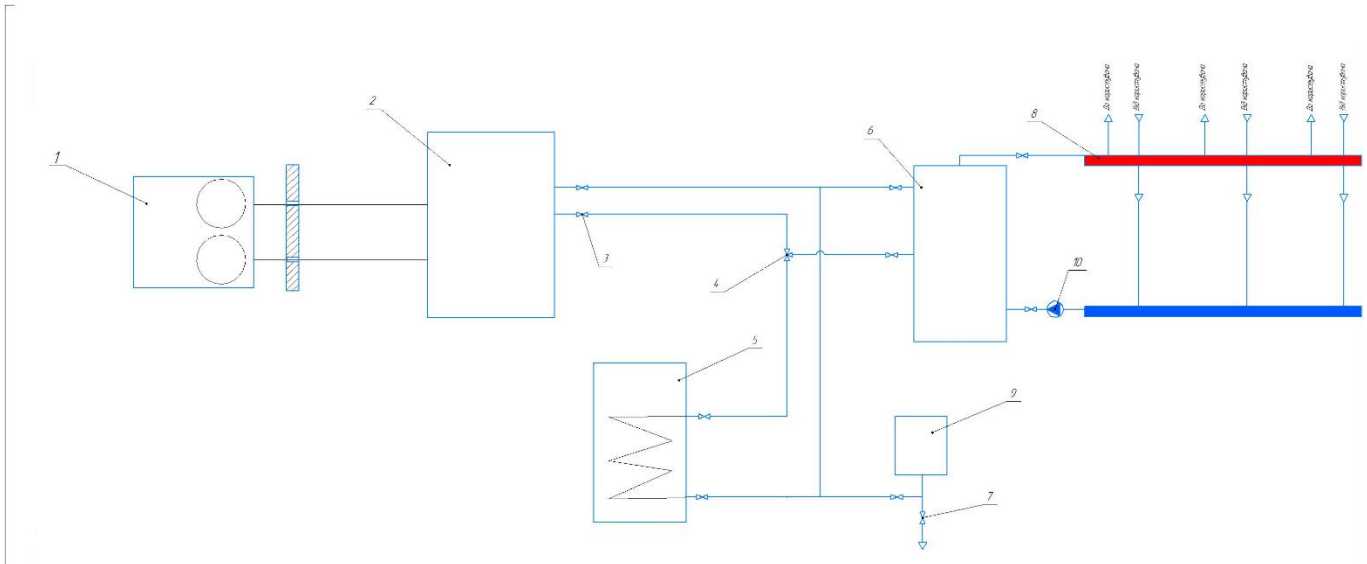


Рисунок 1.2 – Структурна схема опалення та ГВП

На схемі зображені: 1-2 – тепловий насос "повітря-вода", 3 - клапан контуру теплового насоса, 4 - триходовий клапан системи опалення 5 - теплообмінник , 6 – бак-акумулятор , 7 - задвижка виходу теплоносія в аварійній ситуації системи автоматизації, 8 – система опалення 9-розширювальний бак, 10-рециркуляційний насос.

Насос 2 включається за потреби системи опалення та гвп, тобто якщо умови виконання не виконуються за заданою температурою однієї із систем (температура в баці (6) менше заданої), щоб запустити тепловий насос і навпаки, якщо умови за відповідною системою виконані, він відключається. Запуск нагрівача (5) відбувається за допомогою відкриття / закриття затвора з електроприводом. Контур нагрівача відкривається за потреби системи опалення та гарячого водопостачання, тобто якщо не виконуються умови за заданою температурою однієї із системи та при цьому включений тепловий насос, то відкривається контур нагрівача та навпаки, якщо умови за відповідною системою виконані, контур закривається.

Системи нагрівання та гарячого водовідведення управляються триходовими клапанами (4) , які регулюють температуру приміщень та накопичувальні баки за

заданим завданням. У такому випадку, якщо температура в приміщенні досягнута заданої задачі, температура ГВП нижче заданої, щоб відповідні джерела в залежності від температур ГВП продовжували працювати, клапан приміщень перекривається і створюється в системі тепловіддачі з температурою. При цьому температура в приміщенні підтримується за завданням, а температура ГВС підвищується до заданої.

На підставі технологічного процесу тепlopостачання на базі тепловго насосу визначимо параметри для сигналізації, контролю і управління, які зведемо в таблицю 1.1.

Параметр	Точка технологічного процесу	Функція	Діапазон вимірюваної величини
Температура	Опалювальне приміщення	Контроль, управління, сигналізація	15...30°C
Температура	Бак-акумулятор	Контроль, управління, сигналізація	75...80°C
Температура	Теплоносій ГВП	Контроль, управління, сигналізація	35...60°C
Температура	Внутрішній вихід теплового насоса	Контроль, управління, сигналізація	35...90°C

Температура	Зовнішня частина теплового насосу	Контроль, сигналізація	-25...40 °С
Тиск	Трубопровід подачі води в тепловий насос	Контроль, сигналізація	0,5 МПа
Тиск	Трубопровід від бака-акумулятора	Контроль, сигналізація	0,5 МПа
Тиск	Трубопровід від нагрівача	Контроль, сигналізація	0,5 МПа
Тиск	Трубопровід від користувача опалення	Контроль, сигналізація	0,5 МПа
Витрата	Трубопровід на подачі до користувача	Контроль, сигналізація	2 м ³ /год

2 ВИБІР КАНАЛІВ УПРАВЛІННЯ, СИГНАЛІЗАЦІЇ ТА БЛОКУВАННЯ

2.1 Температура в опалюваному приміщенні

Для вимірювання температури служить датчик температури ТЕ. Сигналізація аварійних ситуацій здійснюється лампою НЛ і дзвінком НА, вид аварійної ситуації відображається на панелі оператора (рис. 2.1).

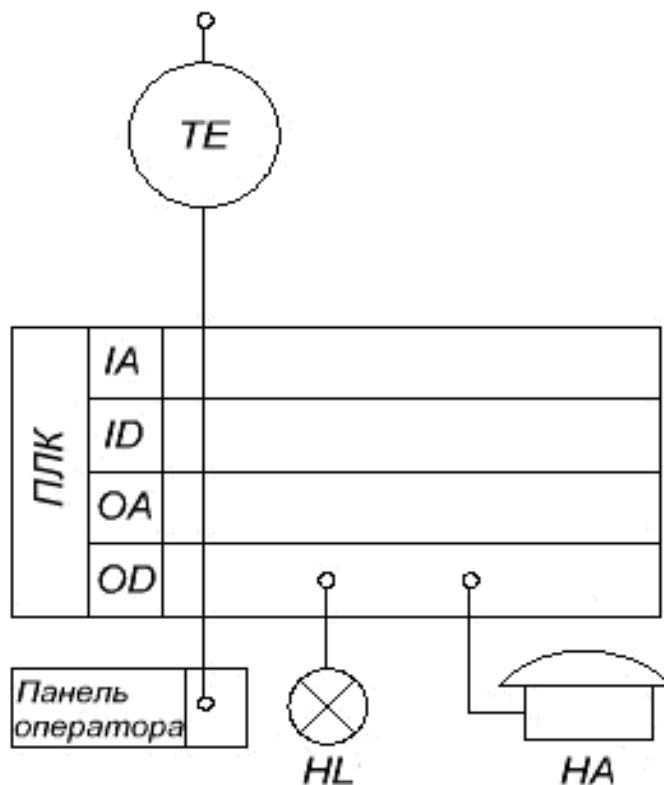


Рисунок 2.1 - Схема контролю температури

Дана схема може використовуватися і для контролю температури в теплоносії та баці акумуляторі .

2.2 Тиск в трубопроводі подачі води до користувача

Для вимірювання тиску в трубопроводі подачі води до користувача опалення служить датчик тиску РЕ. Сигналізація аварійних ситуацій здійснюється лампою НЛ і дзвінком НА, вид аварійної ситуації відображається на панелі оператора (рис. 2.2).

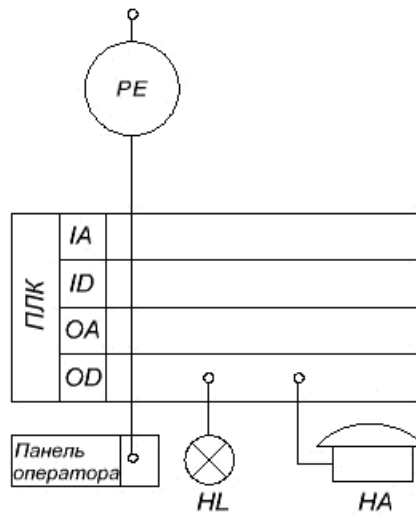


Рисунок 2.2 - Схема контролю тиску в трубопроводі подачі води в сорочку реактора

Дана схема може використовуватися і для всіх контролів тиску в трубопроводах.

2.3 Витрата в трубопроводі подачі користувача

Для виміру витрати служить датчик різниці витратомір FE. Сигналізація аварійних ситуацій здійснюється лампою HL і дзвінком HA, від аварійної ситуації відображається на панелі оператора (рис. 2.3).

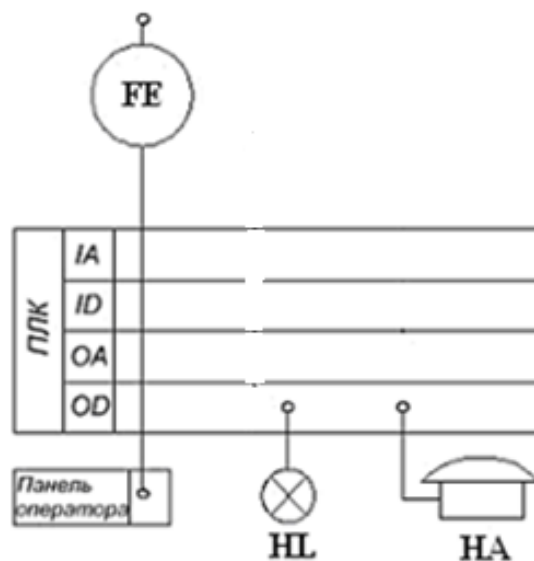


Рисунок 2.3 - Схема управління витратою в трубопроводі

3 ВИБІР ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ, РОЗРОБКА СИСТЕМИ СИГНАЛІЗАЦІЇ

Засоби автоматизації за допомогою яких буде здійснюватися управління процесом, повинні бути обрані технічно грамотно і економічно обґрунтовано. Конкретні типи пристроїв обирають з урахуванням особливостей об'єкту управління. В першу чергу беруть до уваги такі фактори, як пожежо- та вибухонебезпечність, агресивність і токсичність середовищ, число параметрів, котрі приймають участь в керуванні, та їх фізико-хімічні властивості, також вимоги до якості контролю та регулювання.

3.1 Вибір датчика вуличної температури

Для вимірювання температури зовнішнього середовища можливе використання наступних датчиків температури:

а) ВЕНТС ЗДТ

Призначений для установки поза домом на відкритому повітрі і вимірює температуру навколишнього середовища. Після фіксації змін температури зовнішнього повітря посилає сигнали на електронну плату управління ТН. Зовнішній вигляд і технічні характеристики датчика представлено на рисунку 3.1.1.



Діапазон вимірювання: -30...+60°C
Напруга живлення: ≤ 5 В (прикладена напруга повинна формувати струм через датчик не більше 2 мА)
Електричне підключення: переріз 2x0,25 мм²
Клас захисту: III
Захист: IP54
Монтаж: зовнішній
Відносна вологість: до 90 % без конденсації
Ціна: 584грн.

Рисунок 3.1.1 – Датчик вуличної температури ВЕНТС ЗДТ

б) Vaillant VRC 693

Застосовується в системах автоматичного регулювання опалення Vaillant, передаючи інформацію про показник зовнішньої температури на регулятори.

Зовнішній вигляд і технічні характеристики датчика представлено на рисунку 3.1.2.



Діапазон вимірювання: -25...+55°C
Напруга живлення: 5 В
Електричне підключення: переріз 2x0,75 мм²
Клас захисту: III
Монтаж: зовнішній
Відносна вологість: до 90 % без конденсації
Ціна: 882 грн.

Рисунок 3.1.2 – Датчик вуличної температури Vaillant VRC 693

Порівнявши технічні характеристики датчиків ВЕНТС ЗДТ і Vaillant VRC 693, можна зробити висновок, що обидва датчика мають схожі параметри, але ВЕНТС ЗДТ має нижчу вартість. Тому будемо використовувати датчик вуличної температури ВЕНТС ЗДТ.

3.2 Вибір датчика кімнатної температури

Для вимірювання кімнатної температури можливе використання наступних датчиків:

- а) THERMOMATIC EC HOME

Калібруємий вимірювальний перетворювач температури в приміщенні з дисплеєм для відображення виміряної температури або без нього, в елегантному корпусі з пластику, з кришкою, низ з чотирма отворами, для закріплення на вертикально або горизонтально встановлених коробках, з шаблоном отвору під введення кабелю.

Датчик для приміщень вимірює температуру неагресивних газів, особливо повітря. В якості елемента керування можна вибрати потенціометр заданих значень. В якості опції для виведення значень температури або заданих значень доступні прилади з ЖК-дисплеєм для відображення виміряного значення. Управління засобом індикації (ЖК-дисплеєм), а також зчитування виміряних і робочих значень здійснюється за допомогою шинного інтерфейсу.

Зовнішній вигляд і технічні характеристики датчика представлено на рисунку 3.2.1.



Температура зберігання і транспортування: -10 ° C to + 50 ° C
Клас електробезпеки: IP30
Діапазон: приблизно 30 м (в приміщенні)
Точність: 0.1 ° C
Діапазон налаштувань: Day, Night / Moon, Timer 5 ° C - 30 ° C з кроком 0.1 ° C
Температура подачі: 5 ° C - 90 ° C з кроком 1 ° C
Харчування: батарея (термін служби ~ 2 роки), 2 AAA LR03 1.5V лужні (або еквівалентні)
Тип датчика: NTC, 10 kOhm при 25 ° C
Радіочастота: 868 MHz, <10mW
Ціна: 1348грн

Рисунок 3.2.1 – Датчик температури THERMOMATIC EC HOME

б) RTM1-I

Перемикач на 8 діапазонів. Використовується для вимірювання температури в офісних, житлових або виробничих приміщеннях. Існують як резистивні датчики, так і датчики з вбудованим перетворювачем в стандартний аналоговий сигнал.

Зовнішній вигляд і технічні характеристики датчика представлено на рисунку 3.2.2.



Напруга живлення: 15...36 В

Навантаження: $R_a \text{ (Ом)} = (U_b - 14 \text{ В}) / 0,02 \text{ А}$

Похибка зазвичай $\pm 0,2 \text{ К}$ при $+25 \text{ }^\circ \text{C}$

Вихід: 4 ... 20 мА

Діапазон вимірювання: перемикач між 8 діапазонами вимірювання

Робочий діапазон: $-30...+70 \text{ }^\circ \text{C}$

Ел. підключення: $0,14\text{-}1,5 \text{ мм}^2$, по гвинтовим затискачам

Розміри корпусу: $85 \times 85 \times 27 \text{ мм}$ (BalduR 1)

Допустима відносна вологість повітря: $<95\%$, без конденсату

Клас захисту: III (згідно EN 60 730)

Ступінь захисту: IP 30 (згідно EN 60 529)

Норми: відповідність СЕнормам, електромагнітна сумісність згідно EN 61326, директива 2014/30 / EU

Ціна: 1675грн.

Рисунок 3.2.2 – Датчик температури RTM1-I

Порівнявши технічні характеристики датчиків THERMOMATIC EC HOME і RTM1-I, можна зробити висновок, що обидва датчика мають схожі параметри, але

THERMOMATIC EC HOME має меншу вартість. Тому будемо використовувати датчик кімнатної температури THERMOMATIC EC HOME.

3.3 Вибір датчиків тиску

Для вимірювання тиску в баках можливе використання наступних датчиків:

а) АДМ-100.1-0.25

Манометр з токовим і дискретним виходом АДМ-100.1-0.25 призначений для індикації передач в трубопроводах, перетворення подань в уніфікованому якісному сигналі та формування дискових вихідних сигналів при досягненні значень даних заданих уставок.

Зовнішній вигляд і технічні характеристики манометра представлено на рисунку 3.3.1.



Робочий тиск: від 0 до 10кгс / см² (10атм = 10бар = 10кгс / см² = 1.0МПа)
Діаметр корпусу: 100 мм
Клас точності: 1.5
Тип приєднання: різьблення М20х1.5 або G1 / 2
Діапазон вихідного струмового сигналу: 4..20мА
Кількість дискретних виходів: 2
Тип дискретного виходу: транзисторний ключ n-p-n типу
Напруга комутації постійного струму: 30В
Струм комутації: не більше 200мА
Струм: не більше 60мА
Діапазон завдання уставок: 0-99%
Дискретність завдання уставок: 1%
Клас захисту: IP20
Ціна: 2150грн.

Рисунок 3.3.1 – Манометр АДМ-100.1-0.25

б) ВЕ-16Р6

Манометр ВЕ-16Р6 призначається для роботи в системах з неагресивними і не кристалізується рідинами і газами - в основному трубопроводів, де потрібен постійний контроль тиску і можливість автоматичної сигналізації в разі порушення гранично допустимих значень.

Зовнішній вигляд і технічні характеристики манометра представлено на рисунку 3.3.2.



Діаметр корпусу, мм: 160
Штуцер: радіальний
Різьба приєднувального штуцера: M20x1,5
Клас точності 1,5%
Діапазони вимірювання тиску, кгс / см²:
- від 0 до 6; 10; 16; 25; 40 - надмірне
- від -1 до 0 - вакууметричне
- від -1 до 0,6; 1,5; 3; 5; 9; 15 - тиск-розрідження
Робоча напруга, В: 220 (+ 22-33) В постійного струму з частотою 50Hz
Ціна: 2925 грн.

Рисунок 3.3.2 – Манометр ВЕ-16Р6

Порівнявши технічні характеристики манометрів АДМ-100.1-0.25 і ВЕ-16Р6, можна зробити висновок, що найбільш для обраної системи опалення підходить манометр АДМ-100.1-0.25. Тому будемо використовувати манометр АДМ-100.1-0.25.

3.4 Вибір датчика температури води

Для вимірювання температури води в системі опалення можливе використання наступних датчиків:

а) ОВЕН ДТС055-50П.В4.80

Датчики ОВЕН серії ДТСxx5 призначені для безперервного вимірювання температури рідких, паро- та газоподібних середовищ, сипучих матеріалів і твердих тіл в різних галузях промисловості. Датчики перетворюють зміну температури в зміну електричного опору постійному струму.

Зовнішній вигляд і технічні характеристики датчика представлено на рисунку 3.4.1.



Діапазон вимірювання температури: від -196°C до $+500^{\circ}\text{C}$
Температура навколишнього середовища: від -60°C до $+85^{\circ}\text{C}$
Клас допуску: В
Вихідний сигнал: електричний опір
Випробувальна напруга: до 100 В DC
Опір ізоляції: від 100 МОм
Напруга живлення: 50 В AC / 120 В DC
Напруга ізоляції: 100 В
Діаметр кабелю, що підключається: 10 мм
Клас захисту: IP54
Підключення до середовища: M20x1,5
Ціна: 756 грн.

Рисунок 3.4.1 – Термоперетворювач опору ОВЕН ДТС055-50П.В4.80

б) Honeywell KTF00-65-2M

Датчики температури кабельного типу KTF00 і KTF20 застосовуються в системах опалення та вентиляції для вимірювання температури теплоносія в трубі або температури повітря в каналі.

Зовнішній вигляд і технічні характеристики датчика представлено на рисунку 3.4.2.



Клас захисту: IP65
Температурний елемент: Pt1000
Діапазон температури: -30 ... +105 °С
Діаметр x Довжина: 6,0 x 55 мм
Кількість з'єднання. проводів: 2
Довжина кабелю: 2,0 м
Ціна: 875 грн.

Рисунок 3.4.2 – Датчик температури Honeywell KTF00-65-2M

Порівнявши технічні характеристики датчиків ОВЕН ДТС055-50П.В4.80 і Honeywell KTF00-65-2M, можна зробити висновок, що обидва датчика підходять за своїми характеристиками, але ОВЕН ДТС055-50П.В4.80. Тому будемо використовувати термометр ОВЕН ДТС055-50П.В4.80.

3.5 Вибір витратоміра

Для вимірювання витрат води можливе використання наступних датчиків:

а) ЕРС-50

Витратоміри електромагнітний ЕРС-50 (витратомір ЕРС-50) (НДО-35) призначений для вимірювання середнього об'ємної витрати і об'єму різних рідких середовищ з питомою електричною провідністю від 10 до 10 см / м.

Витратоміри-лічильники ЕРС-50 може застосовуватися в харчовій, молокопереробної та інших галузях промисловості для комерційних цілей, а також в різних технологічних процесах.

Зовнішній вигляд і технічні характеристики датчика представлено на рисунку 3.5.1.



Верхня межа ДУ-50 діапазону вимірювання середнього об'єму витрати: 40 м³ / год.

Діаметр умовного проходу: 50 мм.

Ступінь захисту: IP68.

Напруга живлення: 24 VDC.

Споживана потужність: не більше 25 Вт.

Максимальна температура миючої середовища: 120 °С

Ціна: 32000 грн.

Рисунок 3.5.1 – Витратомір ЕРС-50

б) GTF300

Витратомір рідинної турбіни GTF300 - це витратомір турбіни нового покоління, який був розроблений з передовими технологіями. Продукт має переваги простої конструкції, легкої ваги, високої точності, хорошої повторюваності, короткого часу відгуку, простої установки тощо.

Він може широко застосовуватися при вимірюванні системи закритих труб для чистої рідини, яка не реагує з 1Cr18Ni9Ti, 2Cr13, Al2O3 та твердими сплавами.

Зовнішній вигляд і технічні характеристики витратоміра представлено на рисунку 3.5.2.



Точність: 1,0 клас, 0,5 клас
Фланець стандартний: GB / T 9119-2010, DIN, ANSI, JIS
Вихідні дані: імпульсний, аналоговий вихід 4-20mA, RS485, HART
Фланцеве з'єднання: DN50
Середня температура:
- типовий тип T1: -20 °С ~ +С80 °С (стандартно)
- висока темп. тип T2: -20 °С ~ + 120 °С (ОЕМ)
- висока темп. тип T3: -20 °С ~ + 150 °С (ОЕМ)
Робоча температура: -20 °С ~ + 70 °С
Пов'язана вологість: 5% ~ 90%
Атмосферний тиск: 86kPa ~ 106kPa
Захист: IP65
Ціна: 36595 грн.

Рисунок 3.5.2 – Витратомір GTF300

Порівнявши технічні характеристики витратомірів ЕРС-50 і GTF300, можна зробити висновок, що обидва витратоміри підходять для обраної системи опалення, але ЕРС-50 має меншу вартість. Тому будемо використовувати витратомір ЕРС-50.

3.6 Вибір клапанів 3-х ходових

Для регулювання температури в системі опалення можливе використання наступних 3-х ходових клапанів:

а) МК 1" $kvs=9.0$

Триходові сідельні клапана типу МК забезпечують надзвичайно низький проток навіть при їх використанні в системах з високою різницею тиску, неможливість блокування шарового клапана навіть при наявності в системі

кальценованого осаду, шлаків та ін. відкладень. Вентилі даного типу є найбільш зручними для регулювання температури в водонагрівальних системах і системах, які використовують структурно-вбудовані нагрівальні панелі.

Зовнішній вигляд і технічні характеристики клапана представлено на рисунку 3.6.1.



Мінімальна роб. температура: 4°C
Максимальна роб. температура: 150°C
Робочий тиск: 16 бар
Kvs: 9.0
Сервопривід: AS 250
Тип приєднання: муфтове
Ціна: 3 115 грн.

Рисунок 3.6.1 – Клапан 3-х ходовий МК 1" kvs=9.0

б) AFRISO ARV 385

3-х ходові клапани ARV зазвичай використовуються як змішувальні клапани, але можуть застосовуватися і як переключателі. Необхідна температура води на виході, формується шляхом змішування в заданих пропорціях гарячої води з котла з поворотним теплоносієм з контуру. Клапани AFRISO ARV працюють в автоматичному режимі з приводами ARM з кутом 90 °. Вони можуть бути використані в системах з чистою водою або водою, що містить до 50% гліколю. Можуть використовуватися в системах теплої підлоги, зонального регулювання температури, захисту котла і т. п.

Зовнішній вигляд і технічні характеристики клапана представлено на рисунку 3.6.2.



Підключення, умовний діаметр: DN32 - 1 1/4 "
Робочий тиск, бар: 10
Робоча температура, ° C: -10 ... 100 ° C
Пропускна здатність, Kvs м3 / год: 15.0
Ціна: 1465 грн.

Рисунок 3.6.2 – Клапан 3-х ходовий AFRISO ARV 385

Порівнявши технічні характеристики клапанів МК 1" kvs=9.0 і AFRISO ARV 385, обираємо клапан МК 1" kvs=9.0, так як він має більші робочі тиск і температуру.

3.7 Вибір сервопривода для 3-х ходових клапанів

Для регулювання 3-х ходових клапанів можливе використання наступних сервоприводів:

а) HERZ 220В NR230-455

Привід HERZ призначений для установки на 3-х і 4-х ходові поворотні клапани (1 2137 XX і 1 2138 XX). Сервопривод встановлюється на клапани з кутом повороту 90 °. При досягненні упору привід відключається і перебуває в знеструмленому стані. Електропривод розроблений для застосування в системах опалення, вентиляції та кондиціонування.

Зовнішній вигляд і технічні характеристики сервопривода представлено на рисунку 3.7.1.



Напруга: 220 В
Тип пристрою регулювання: триходовий клапан
Умовний діаметр: DN32
Kvs, м3 / год: 16
Tmax, ° C: 130
Pmax, бар: 16
Тип з'єднання муфта: HP
Управління: електропривод
Ціна: 2543 грн.

Рисунок 3.7.1 – Сервопривод HERZ 220В NR230-455

б) MUT V200 / 220/00

Електричні сервоприводи V70 можуть встановлюватися на 3-х і 4-х ходові змішувальні клапани. Є два типи сервоприводів: з ON / OFF управлінням і с модульованим керуючим сигналом. Сервоприводи з ON / OFF управлінням обладнані пристроєм, що дозволяє здійснювати ручне управління змішувальним клапаном, і обидва типи моторів мають мікрореле, переривають подачу харчування при досягненні крайніх положень. Максимальний кут ходу сервоприводів становить 90 °.

Зовнішній вигляд і технічні характеристики сервопривода представлено на рисунку 3.7.2.



Максимальний кут повороту: 90°
Напруга: 24 В (220В)
Частота: 50/60 Гц
Споживана потужність: 2 VA
Корпус, клас захисту: IP 40
Максимальна температура приміщення: 50 °С
Струм в контактах реле: 3А, 250V
Ціна: 4 208 грн.

Рисунок 3.7.2 – Сервопривод MUT V200 / 220/00

Порівнявши технічні характеристики сервоприводів HERZ 220В NR230-455 і MUT V200 / 220/00, можна зробити висновок, що обидва приводи мають схожі характеристики, але HERZ 220В NR230-455 має меншу вартість. Тому будемо використовувати сервопривод HERZ 220В NR230-455.

3.8 Вибір рециркуляційного насосу

Для забезпечення циркуляції рідини в побутових і виробничих системах опалення, охолодження та кондиціонування повітря можливе використання наступних рециркуляційних насосів:

- а) Wilo Star-Z 25/6

Рециркуляційний насос Wilo-Star-Z 25/6 можна використовувати в побутових системах опалення, в циркуляційних системах і установках промислового типу, застосовується в системах кондиціонування і системах утеплення підлог. Використовуючи насос на більш низькій частоті обертання, можна знизити рівень споживаної енергії. Оптимальну продуктивність насоса для гідросистеми можна вибрати триступінчатим ручним перемикачем швидкостей. Технічною особливістю насоса є система "мокрый ротор" - рухомі частини насоса змащуються рідиною, яка охолоджує ротор і омиває підшипники. Отже, не використовуються ущільнювачі для валів, і не потрібно технічного обслуговування.

Зовнішній вигляд і технічні характеристики насосу представлено на рисунку 3.8.1.



Діаметр під'єднання: 20 мм
Клас захисту: IP 44
Кількість швидкостей: 3
Максимальний робочий тиск: 10 бар
Країна виробник: Німеччина
Електроживлення: 230 В, 50 Гц
Потужність: 33 - 71 Вт
Вага: 2,4 кг
Ціна: 6295 грн.

Рисунок 3.8.1 – Рециркуляційний насос Wilo Star-Z 25/6

б) Grundfos Magna1 32-120 F 220

Рециркуляційний насос Grundfos Magna1 32-120 F 220 забезпечує циркуляцію рідини в побутових і виробничих системах опалення, охолодження та кондиціювання повітря. Устаткування встановлюють також в побутових системах гарячого водопостачання. Насос має вбудований перетворювач частоти і розроблений для роботи в системах зі змінною витратою. Має дев'ять режимів управління, оснащений теплоізоляційним кожухом.

Зовнішній вигляд і технічні характеристики насосу представлено на рисунку 3.8.2.



Допустима температура навколишнього середовища: до 40 °С
Рівень шуму: 32 дБ
Максимальний напір: 12 м
Пропускна здатність: 16 куб. м / год
Напруга мережі: 220/230 В
Потужність: 430 Вт
Номинальна потужність: 25 Вт
Допустима температура рідини: від 2 °С до 95 °С
Тип ротора: "мокрый"
Діаметр роз'єму з'єднання: 1.5 "
Ціна: 9050 грн.

Рисунок 3.8.2 – Рециркуляційний насос Grundfos Magna1 32-120 F 220

Порівнявши технічні характеристики насосів Wilo Star-Z 25/6 і Grundfos Magna1 32-120 F 220, можна зробити висновок, що обидва датчика мають схожі параметри, але насос Wilo Star-Z 25/6 має меншу вартість. Тому будемо використовувати рециркуляційний насос Wilo Star-Z 25/6.

3.9 Вибір розширювального баку

Для компенсації температурного розширення теплоносія і підтримки тиску в системі опалення можливе використання наступних розширювальних баків:

а) Reflex Refix DD 25

Reflex DD мембранний розширювальний бак для використання в індивідуальних системах питного водопостачання та ідеально підходить для водозбереження при використанні з водонагрівальними установками. Застосовується як в житлових будівлях, так і в приміщеннях комерційного або промислового призначення. Даний бак є проточним і забезпечений підключенням з нержавіючої сталі відповідно до сверхстрогих вимогами стандарту DIN 1988. Розширювальні баки Reflex DD обладнані вбудованою системою рециркуляції.

Зовнішній вигляд і технічні характеристики розширювального баку представлено на рисунку 3.9.1.



Призначення: для систем водопостачання

Об'єм (л): 25

Діаметр (мм): 280 мм

Діаметр під'єднання (дюйми): G 3/4

Макс. раб. тиск (бар): 10 бар

Діапазон температур (° C): до 70 ° C

Макс. вага без води (кг): 3.6 кг

Ціна: 3760 грн.

Рисунок 3.9.1 – Розширювальний бак Reflex Refix DD 25

б) Flamco Flexcon R FL16027RU

Розширювальні мембранні баки призначені для компенсації температурного розширення теплоносія і підтримки тиску в системах опалення та водопостачання.

Надійні зварні з'єднання виконані на автоматичних зварювальних апаратах із застосуванням сертифікованих матеріалів. При перевірці з'єднань застосовуються також методи ультразвукового і радіографічного неруйнівного контролю.

Зовнішній вигляд і технічні характеристики розширювального баку представлено на рисунку 3.9.2.



Матеріал: сталь
Призначення: для ГВП, для холодної води
Різьба підключення: 3/4 "
Робочий тиск: 6 бар
Температура рідини: до + 70 ° C
Вага; 4 кг
Обсяг: 25 л
Ціна: 1346 грн.

Рисунок 3.9.2 – Розширювальний бак Flamco Flexcon R FL16027RU

Порівнявши технічні характеристики баків Reflex Refix DD 25 і Flamco Flexcon R FL16027RU, обираємо розширювальний бак Reflex Refix DD 25, так як він має більший робочий тиск.

3.10 Вибір буферної ємності

Для накопичення теплої води можливе використання наступних буферних ємностей:

а) Reflex Storatherm Heat HF 1000/1

Теплоаккумулятори Reflex HF / 1 зі змійовиком і теплоізоляцією призначені для накопичення та подальшого перерозподілу тепла, що надходить від джерел тепlopостачання. Буферні накопичувачі даної серії випускаються обсягами 300-2000 літрів, що дає широкі можливості використання даного обладнання. Вони встановлюються як в приватних будинках, так і в промислових будівлях. Дана серія буферних накопичувачів характеризується наявністю додаткового спіралеподібного теплообмінника в конструкції.

Зовнішній вигляд і технічні характеристики буферної ємності представлено на рисунку 3.10.1.



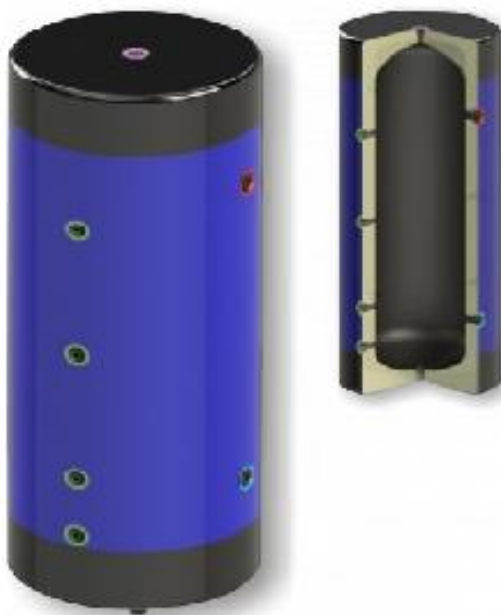
Обсяг: 1000 л
Діаметр: 990 мм
Висота: 2115 мм
Підключення: 9 x 1½
Тепловтрати: 4,7 кВт / добу
Робочий тиск: 3 бари
Допустима температура: 95 ° C
Вага: 142 кг
Ціна: 27260 грн.

Рисунок 3.10.1 – Буферна ємність Reflex Storatherm Heat HF 1000/1

б) Werden 1000 л

Теплоаккумулятор Werden - класична ємність об'ємом 1000 літрів. Виконує роль буферної ємності для електричного або твердопаливного котла, при комплектації Тенамі може служити електричним водонагрівачем.

Зовнішній вигляд і технічні характеристики буферної ємності представлено на рисунку 3.10.2.



Висота, мм: 2025
Діаметр, мм: 1000
Маса, кг: 160
Тип установки: підлоговий
Підведення води: збоку
Наявність терморегулятора: немає
Робочий тиск: 6 бар
Обсягів бака, л: 1000
Ціна: 22 332грн.

Рисунок 3.10.2 – Буферна ємність Werden 1000 л

Порівнявши технічні характеристики буферних ємностей Reflex Storatherm Heat HF 1000/1 і Werden 1000 л, можна зробити висновок, що по своїм параметрам підходять обидві ємності, але Werden 1000 л має меншу вартість. Тому будемо використовувати буферну ємність Werden 1000 л.

3.11 Вибір бойлеру

а) Reflex Storatherm Aqua

Для нагріву та накопичення питної води можливе використання наступних бойлерів:

Бойлер Reflex Storatherm Aqua призначений для нагріву та накопичення питної води. Завдяки широкому вибору типів і великій лінійці аксесуарів відкриваються численні можливості застосування в інженерних комунікаціях приватного будинку, в житловому, комерційному та промисловому будівництві.

Зовнішній вигляд і технічні характеристики бойлеру представлено на рисунку 3.11.1.



Тип водонагрівача: накопичувальний
Об'єм ємності для води: 478 л
Максимальна температура нагріву води: 95 град.
Робочий тиск: 10 бар
Спосіб установки: підлоговий
Розташування: вертикальне
Внутрішнє покриття бака: емаль
Вага: 189 кг
Ціна: 27435 грн.

Рисунок 3.11.1 – Бойлер Reflex Storatherm Aqua

б) Bosch SK 500-3ZB

Бойлери непрямого нагріву компанії Bosch серії SK 500-3ZB - з високим рівнем комфорту гарячого водопостачання, призначені для житлових багатоквартирних будинків, промислових приміщень і спортзалів.

Зовнішній вигляд і технічні характеристики бойлеру представлено на рисунку 3.11.2.



Обсяг: 500 літрів
Теплообмінників: один
Спосіб монтажу: на підлогу
Потужність теплообмінника (низ-верх): 44.00 кВт
Час нагріву теплообмінником (низ-верх): 44.00 хв.
Постійна потужність ГВС (низ-верх): 1917.00 л. година
Площа теплообмінника (низ-верх): 2.55 м кв.
Втрата тепла: 3 кВт год / добу.
Вага: 170 кг
Ціна: 50085грн.

Рисунок 3.11.2 – Бойлер Bosch SK 500-3ZB

Порівнявши технічні характеристики бойлерів Reflex Storatherm Aqua і Reflex Storatherm Aqua, можна зробити висновок, що обидва бойлери мають схожі параметри, але Reflex Storatherm Aqua має значно меншу вартість. Тому будемо використовувати бойлер Reflex Storatherm Aqua .

3.12 Вибір теплового насоса

Для обраного проекту системи опалення можливе використання наступних теплових насосів:

а) Panasonic AQUAREA T-CAP WH-UX09HE8 / WH-SXC09H3E8

Тепловий насос Panasonic AQUAREA T-CAP WH-UX09HE8 / WH-SXC09H3E8. Інноваційний енергоефективний насос нової генерації H і нової серії T-CAP. Panasonic AQUAREA T-CAP WH-UX09HE8 / WH-SXC09H3E8 тепловий насос типу повітря-вода. Він працює в двох режимах: обігрів і охолодження. ТН володіє вражаючими характеристиками, що дає йому можливість обігрівати навіть при температурі в мінус двадцять градусів. Panasonic AQUAREA T-CAP WH-UX09HE8 / WH-SXC09H3E8 вбудовується в систему розумного будинку, є дистанційне керування через інтернет.

Зовнішній вигляд і технічні характеристики ТН представлено на рисунку 3.12.1.



Теплова потужність (кВт): 9
Тип: тепловий насос
Охолодження (кВт): 7
Габарити внутрішнього блоку (ВхШхГ) см: 89.2x50x34
Габарити зовнішнього блоку (ВхШхГ) см: 134x90x32
Джерело тепла: повітря
Коефіцієнт перетворення COP: 4.84
Макс. робоча температура (°C): +55
Мін. робоча температура (°C): -20
Область застосування: опалення
Напруга(В): 380
Тип насоса: повітря-вода
Ціна: 207000 грн.

Рисунок 3.12.1 – Тепловий насос Panasonic AQUAREA T-CAP WH-UX09HE8

б) LG Therma V AH-W096A0 9 кВт

Тепловий насос "Повітря - Вода" Therma V, призначений для опалення і гарячого водопостачання Вашого будинку.

Експлуатація LG Therma V відрізняється значною економією: високий рівень енергоефективності дозволяє отримувати до 4 кВт тепла на кожен кіловат споживаної електроенергії. Таким чином, використовуючи Therma V, $\frac{3}{4}$ енергії, необхідної для опалення приміщення, можна отримати без будь-яких матеріальних вкладень.

Серія ТН Therma V SPLIT складається з двох блоків: зовнішнього і внутрішнього (гидравлічного модуля). Серія ТН Therma V MONO складається з одного блоку: зовнішнього - гідромодуль вмонтований в нього.

Зовнішній вигляд і технічні характеристики ТН представлено на рисунку 3.12.2.



Потужність охолодження / нагрівання: 8,6 / 9,0 кВт
Енергоефективність, EER / COP: до 3,19 / 4,1
Максимальне енергоспоживання в режимі охолодження / нагрів (без урахування додаткового електронагрівача): 2,7 / 2,2 кВт
Розміри внутрішнього блоку, ШхГхВ: 490 x 315 x 850 мм
Розміри зовнішнього блоку, ШхГхВ: 870 x 320 x 800 мм
Вага внутрішнього блоку: 28 кг
Вага зовнішнього блоку: 56 кг
Антикорозійне покриття зовнішнього блоку: GoldFin
Інверторна система охолодження: так
Діапазон роботи на обігрів: -20 + 30 ° C
Діапазон роботи на охолодження: + 5 + 48 ° C
Ціна: 154145грн.

Рисунок 3.12.2 – Тепловий насос LG Therma V AH-W096A0 9 кВт

Порівнявши технічні характеристики ТН Panasonic AQUAREA T-CAP WH-UX09HE8 / WH-SXC09H3E8 і LG Therma V AH-W096A0 9 кВт, можна зробити висновок, що по своїх параметрах підходять обидва насоси, але LG Therma V AH-W096A0 9 кВт має меншу вартість. Тому будемо використовувати тепловий насос LG Therma V AH-W096A0 9 кВт.

3.13 Вибір контролеру

Для автоматизації подачі теплоносія в системі опалення і ГВП можливе використання наступних контролеру:

а) Tense DTZ-48

Цифрові реле контролю температури призначені для підтримки температури навколишнього середовища, що вимагає температурного контролю, на заданому значенні.

Основні характеристики:

- вибір одного з можливих режимів роботи: P, PI, PD, PID або простий ON-OFF;
- два релейних виходи «OUT» і «ALARM»;
- режими "Нагрівання" і "Охолодження" ("Heating" і "Cooling");
- таймер до 100 годин;
- можливість автоматичної установки параметрів ПІД регулювання;
- можливість вибору абсолютного, відносного або змінного значення для ALARM контакту;
- можливість установки верхньої і нижньої межі для SET і ALARM;
- лінійна компенсація для датчиків температури типу Pt100 приєднаних до терморегулятора - 0 ... 50 °С;
- можливість завдання величини зсуву температури вимірювання для термоконтроллера;
- легкість підключення до контрольованого обладнання - всі з'єднання виконані за допомогою швидко відключаємих роз'ємів;

- широкий діапазон робочої напруги 220В + 10% - 20%, 50-60 Гц.

Зовнішній вигляд і технічні характеристики контролеру представлено на рисунку 3.13.1.



Ступінь захисту: IP 40
 Тип монтажу: на плату
 Точність шкали: 0.3%
 Маса: 500 г
 Термін служби: 10 років
 Матеріал корпусу: пластик
 Номінальна робоча напруга по змінному струмі: 220 В
 Максимальний струм комутації: 2 А
 Споживана потужність: 8 Вт
 Мінімальна регульована температура: -100° С
 Максимальна робоча температура: 50° С
 Частота струму: 50 Гц
 Кількість каналів: 1
 Висота: 48 мм
 Ширина: 48 мм
 Максимальна регульована температура: 1750° С
 Температурний гістерезис: 0 ... 50 / 0.1 ... 5.0
 Контроль: ON / OFF, P, PI, PD, PID, -100 +600 ° С / 1300 ° С / 1750 ° С,
 Нагрівання / Охолодження
 Ціна: 1320 грн.

Рисунок 3.13.1 – Контролер Tense DTZ-48

б) Овен-ТРМ12

Терморегулятор ОВЕН ТРМ12 призначений для автоматизації подачі теплоносія в системі ГВП, газового і парового опалення, в теплообмінники пастеризаторів, для управління газовими пальниками, управління становищем золотника в холодильних машинах, а також в іншому технологічному обладнанні, де

використовуються запірно-регулюючі або триходові клапани і засувки з електроприводом.

Клас точності 0,5 (термопари) / 0,25 (інші типи сигналів). Регулятор випускається в корпусах 5 типів: настінному Н, монтаж на Дін-рейку Д і щитових Щ1, Щ11, Щ2.

Головні переваги ТРМ12:

- покращена стійкість: новий ТРМ12 повністю відповідає вимогам ГОСТ Р 51522 (МЕК 61326-1) щодо електромагнітної сумісності для обладнання класу А (для промислових зон) до критерію якості функціонування А;

- підвищена надійність: напрацювання на відмову складає 100 000 годин;

- підвищена точність вимірювань: похибка вимірювань не перевищує 0,15% (при класі точності 0,25 / 0,5);

- міжповірочний інтервал: 3 роки;

- показники кліматичного виконання: допустимий діапазон робочих температур від -20 до +50 ° С;

- універсальний вхід: прилад підтримує всі найбільш поширені типи датчиків

- всі необхідні типи вихідних пристроїв:

- a) Р - е / м реле;

- b) К - транзисторна оптопара;

- c) З - сімісторний оптопара;

- d) Т - вихід для управління твердотілим реле;

- розширений діапазон напруг живлення: 90 ... 245 В частотою 47 ... 63 Гц;

- вбудоване джерело живлення 24 В у всіх модифікаціях нового ТРМ12;

- сучасний алгоритм автоналаштування ПД-регулятора;

- автонастройка як для системи «нагрівач / холодильник», так і для 3-х позиційної засувки з керуванням «більше / менше».

Зовнішній вигляд і технічні характеристики контролеру представлено на рисунку 3.13.2.



Напряга живлення змінного струму: $\sim 90 \dots 245$ В
Напряга живлення постійного струму (тільки для корпусу Щ11): $\sim 20 \dots 375$ В (номінальне 24 В)
Частота напруги живлення: 47 ... 63 Гц
Споживана потужність: не більше 7 ВА
Напряга вбудованого джерела живлення нормують перетворювачів: $24 \pm 2,4$ В
Максимально допустимий струм джерела живлення: 80 мА
Кількість універсальних входів: 1
Кількість вихідних пристроїв: 2 («більше», «менше»)
Типи вихідних пристроїв: Р, К, С, Т (два ВУ одного типу)
Температура навколишнього повітря: $-20 \dots +50$ °С
Атмосферний тиск: 84 ... 106,7 кПа
Відносна вологість повітря (при $+35$ °С і нижче без конденсації вологи): 30 ... 80%
Ціна: 2380 грн.

Рисунок 3.13.2 – Контролер Овен-ТРМ12

Порівнявши технічні характеристики контролерів Tense DTZ-48 і Овен-ТРМ12, можна зробити висновок, що обидва контролери підходять за своїми характеристиками, але Овен-ТРМ12 має більшу точність. Тому будемо використовувати контролер Овен-ТРМ12.

3.14 Вибір групи безпеки

Для сигналізації і блокування порушень в системі опалення та ГВП можливе використання наступних моделей групи безпеки:

- а) SD 290

Одним з ключових ланок водяної системи опалення є група безпеки або, як її ще називають, блок безпеки. Це механізм, який представляє собою набір приладів, які забезпечують безаварійну роботу системи і контролюють тиск теплоносія. У разі виникнення аварійної ситуації (наприклад вихід з ладу розширювального бака), в системі опалення різко збільшиться тиск, через що може розірватися труба або вийти з ладу теплообмінник опалювального котла. Для компенсації надлишкового тиску і запобігання "заповітрявання" системи, підключається в роботу група безпеки. Вона в автоматичному режимі скидає надлишковий тиск, і тим самим не дає йому перевищувати задану норму, зберігаючи працездатність системи опалення.

Зовнішній вигляд і технічні характеристики групи безпеки представлено на рисунку 3.14.1.



Номинальний тиск, МПа: 3
Максимальний тиск, МПа: 10
Максимальна робоча температура, ° С: 110
Патрубки підключення:
- нижнє підключення групи безпеки, дюйм: 1
- повітрявідводчика, дюйм: 3/8
- запобіжного клапана, дюйм: 1/2
- манометра, дюйм: 3/8
Ціна: 617 грн.

Рисунок 3.14.1 – Група безпеки SD 290

б) Watts KSG 30/E

Група безпеки котла Watts KSG 30 E призначена для захисту закритих систем опалення від гідравлічних перевантажень і заповітрявання.

Зовнішній вигляд і технічні характеристики групи безпеки представлено на рисунку 3.14.2.



Підключення до системи опалення: 1"
Номінальний тиск: 3 бар
Комплектація групи: автоматичний
повітровідвідник, запобіжний клапан, манометр
Матеріал корпусу: сталь
Габарити (ВхШхГ): 17х18х5 см
Вага: 1.00 кг
Ціна: 859 грн.

Рисунок 3.14.2 – Група безпеки Watts KSG 30/E

Порівнявши технічні характеристики груп безпеки SD 290 і Watts KSG 30/E, можна зробити висновок, що обидві групи мають схожі параметри, але SD 290 має меншу вартість. Тому будемо використовувати групу безпеки SD 290.

3.15 Вибір приладу сигналізації та аварійного блокування

Для блокування та сигналізації аварійних ситуацій в системі опалення можливе використання наступних приладів:

а) ПАС-01-06

Прилад аварійної сигналізації і блокування ПАС-01-06 є спеціалізованим модульним програмованим мікропроцесорним контролером. ПАС-01-06 призначений для контролю і обробки дискретних сигналів аварійних ситуацій, попереджувальної і аварійної, світлової та звукової сигналізації, ведення архіву подій і видачі керуючих сигналів блокування на виконавчі механізми.

Зовнішній вигляд і технічні характеристики приладу аварійної сигналізації і блокування представлено на рисунку 3.15.1.



Кількість вхідних дискретних сигналів: 6
Кількість вихідних дискретних сигналів: 4
Максимальна комутована напруга змінного струму: 220 В
Максимальний комутований струм: 2,0 А
Електричне живлення від мережі змінного струму:
- напруга: 220 В з допустимим відхиленням від -15 до +10%
- частота: 50 Гц з допустимим відхиленням $\pm 2\%$
Споживана потужність: не більше 40 ВА
Ступінь захисту внутрішніх елементів: IP 20 по ГОСТ 14254-96
Габаритні розміри не більше: 156 x 175 x 214 мм
Температура навколишнього повітря: від +5 до +50 °С
Відносна вологість повітря: 80%
Атмосферний тиск: від 630 до 800 мм рт. ст.
Вибухозахищене виконання має модуль введення дискретних сигналів:
МВДІ-4 ЦКЛГ.426433.001
Максимальна комутована напруга змінного струму: 220 В
Максимальний комутований струм: 2,0 А
Максимальна комутована напруга постійного струму: 30 В
Максимальний комутований струм: 1,0 А.
Сигнали інтерфейсу RS-485 на виході RS-485 модуля МЦП-1
Протокол обміну MODBUS, режим RTU
Ціна: 3894 грн.

Рисунок 3.15.1 – Прилад аварійної сигналізації і блокування ПАС-01-06

б) ПТС-64

Прилад ПТС-64 призначений для узагальненої і поканальної сигналізації параметрів технологічних процесів, значення яких в процесі роботи перевищують ті чи інші технологічні уставки і використовується в локальних і комплексних системах промислової автоматизації виробничих процесів в схемах технологічної і аварійної сигналізації.

Зовнішній вигляд і технічні характеристики приладу аварійної сигналізації і блокування представлено на рисунку 3.15.2.



Кількість дискретних входів: 8
Тип входу: сухий контакт
Максимальний опір включеного вхідного контакту: 100 Ом
Кількість дискретних виходів: 8
Вид навантаження: одиничний світлодіодний індикатор
Максимальне споживання по одному виходу: 5 мА
Максимальна кількість ПТС-8 підключених до ПТС-2: 8 штук
Температура навколишнього середовища: -40 ... + 50 °С
Струм споживання: не більше 240 мА
Корпус (ВхШ): 86x164, DIN 36 x 7,5 EN 50022, IP20
Маса: 0,25 кг
Ціна: 4567 грн.

Рисунок 3.15.2 – Прилад аварійної сигналізації і блокування ПТС-64

Порівнявши технічні характеристики приладів аварійної сигналізації і блокування ПАС-01-06 і ПТС-64, можна зробити висновок, що обидва прилади підходять для обраної системи опалення, але ПАС-64 має більшу кількість виходів та входів. Тому будемо використовувати ПАС-64.

4 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

4.1 Дослідження і налаштування контуру регулювання

Завданням досліджуваної системи регулювання є підтримання температури у опалювальній кімнаті.

В ході експерименту були взяті показники холодної кімнати (10°C) і вона нагрівається до максимальної температури яка комфортна людині ($28..30^{\circ}\text{C}$). Регулювання здійснюється трьохходовим клапаном. Оскільки при проведенні досліджень реальний керуючий вплив замінюється одиничним ступінчастим сигналом, всі результати, отримані для прийнятої системи, будуть справедливими і для вихідної.

В результаті синтезу ми повинні отримати наступні показники якості перехідного процесу:

- час перехідного процесу $t_p \leq 1500 \text{ c}$;
- перерегулювання $\tau \leq 20\%$;
- температура $T = 28..30^{\circ}\text{C}$;

4.2 Отримання математичного опису об'єкта управління

В ході проведення активного експерименту, була отримана розгонна характеристика, представлена на рисунку 4.1.

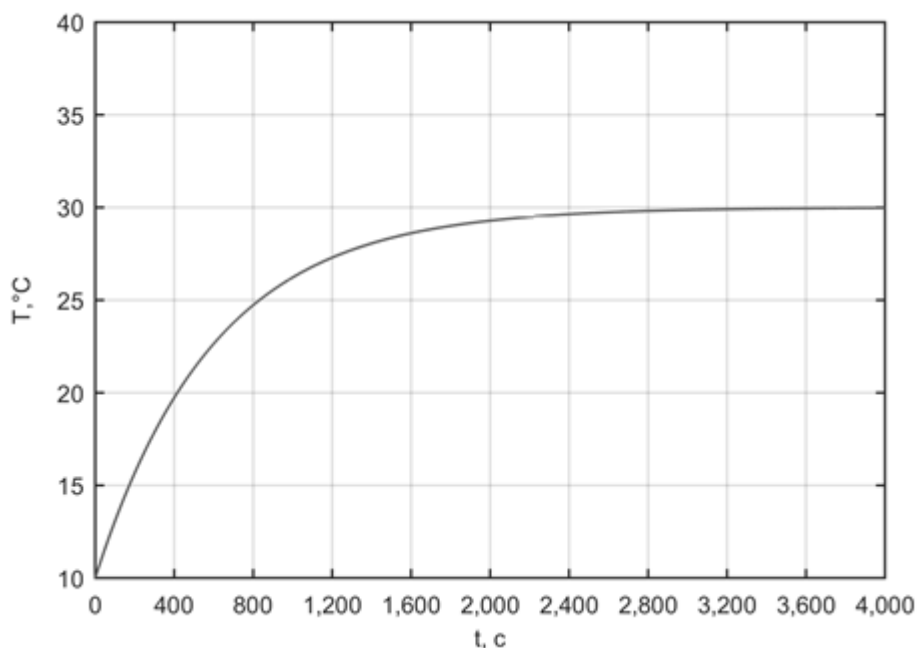


Рисунок 4.1 – Розгонна характеристика об'єкта управління

Нормуємо розгонну характеристику, результат представлений на рисунку 4.2.

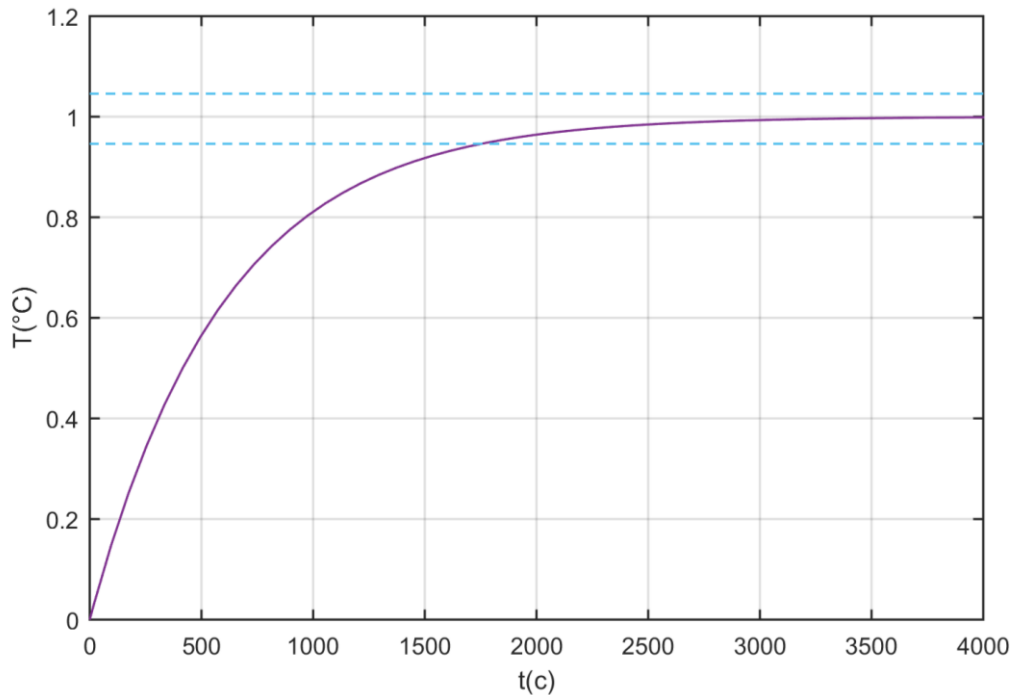


Рисунок 4.2 – Нормована розгонна характеристика

Визначимо основні показники якості перехідного процесу:

- час перехідного процесу $t_p = 1800$ с;
- перерегулювання $\tau = 0\%$.

За зовнішнім виглядом перехідної характеристики зробимо висновок, що об'єкт управління описується функцією передачі інерційної ланки:

$$W(p) = \frac{k}{1 + Tp}$$

Коефіцієнт передачі визначається відношенням вихідного і вхідного сигналу в сталому режимі, таким чином:

$$k = \frac{Y_{\text{вих}}}{x} = \frac{1}{1} = 1.$$

Для знаходження постійної часу використовуємо метод двох точок, рисунок 4.3.

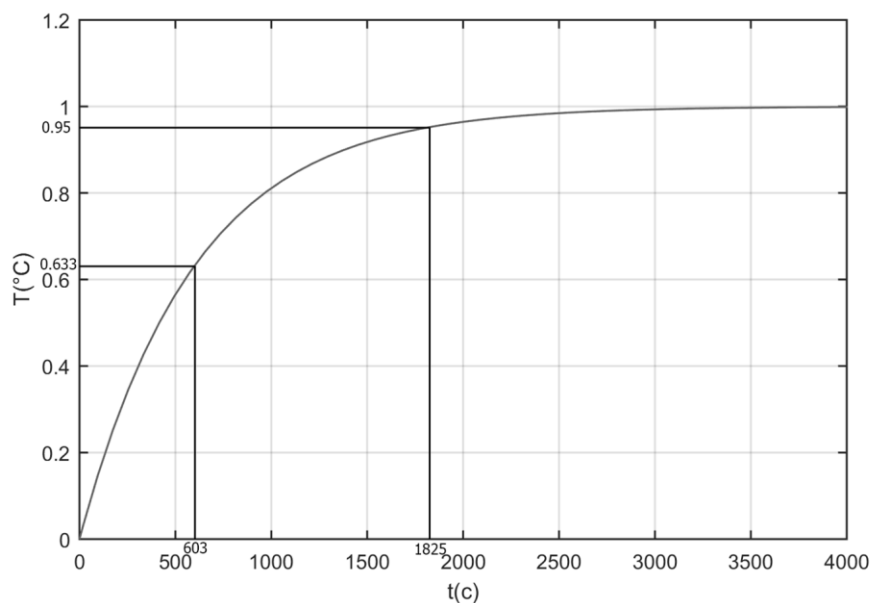


Рисунок 4.3 – Визначення постійної часу методом двох точок

Визначимо постійну часу:

$$T = \frac{603 + \frac{1825}{3}}{2} = 605 \text{ с.}$$

Таким чином передавальна функція ідентифікованого об'єкта має вигляд:

$$W(p) = \frac{1}{1 + 605p}$$

Побудуємо перехідну характеристику отриманої передавальної функції (рисунок 4.4).

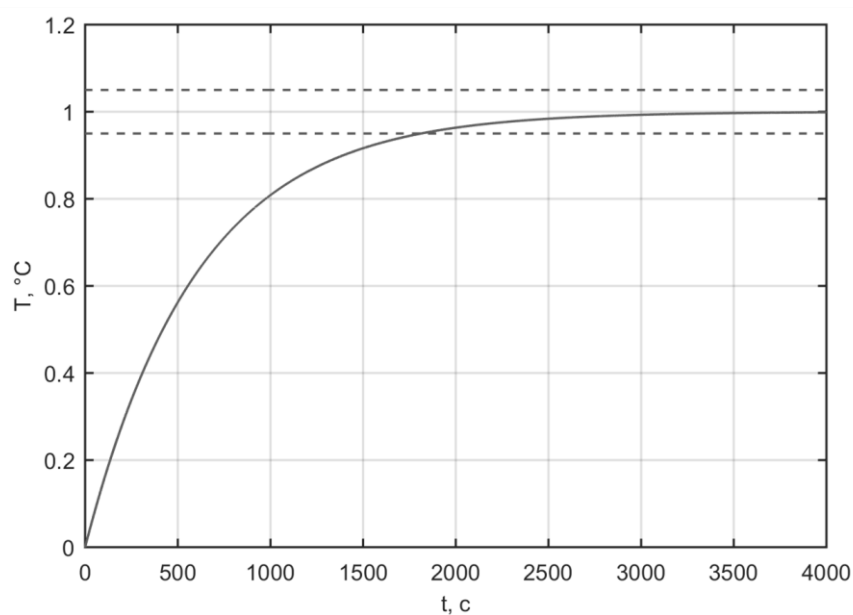


Рисунок 4.4 – Перехідна характеристика моделі об'єкта управління

4.3 Перевірка адекватності модулів об'єкта управління

Для перевірки адекватності отриманої моделі необхідно застосувати один з статистичних критеріїв. Скористаємося методом Фішера, так як він дозволяє переконатися в правильності отриманої моделі з великою ймовірністю (близько 95%).

Виберемо 15 рівномірно розподілених точок на кривій розгону, отриманої експериментально, і 15 точок, при тих же моментах часу, на перехідній характеристиці моделі. Значення в даних точках запишемо в масиви і відповідно ці значення зведені в таблицю 4.1.

Таблиця 4.1 – Значення, отримані з перехідних характеристик

y_1	0.27	0.48	0.62	0.73	0.8	0.86	0.9	0.93	0.95	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	1
y_2	0.28	0.49	0.64	0.74	0.82	0.86	0.9	0.93	0.95	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	1
n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Для цих точок визначимо математичне очікування:

$$\bar{Y}_{Y1} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_{1i} = 0.82 \quad \bar{Y}_{Y2} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_{2i} = 0.83$$

Визначимо дисперсію для кожної вибірки:

$$S_{Y1} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\bar{Y}_{Y1} - y_{1i})^2 = 0.047,$$

$$S_{Y2} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\bar{Y}_{Y2} - y_{2i})^2 = 0.045.$$

Визначимо відношення оцінок дисперсій шляхом поділу більшою з оцінок на меншу:

$$\frac{S_{Y2}}{S_{Y1}} = \frac{0.047}{0.045} = 1.044.$$

Порівнюємо отримане значення з критерієм Фішер[[Ошибка! Источник ссылки не найден.](#)]. Так як значення критерію Фішера більше отриманого значення робимо висновок що наша модель адекватна об'єкту регулювання.

4.4 Вибір регулятора та розрахунок його параметрів

В даний час промислові регулятор є найбільш поширеним видом засобів автоматизації.

Типова схема системи управління, синтезованої на базі стандартних регуляторів, представлена на рис. 4.5.

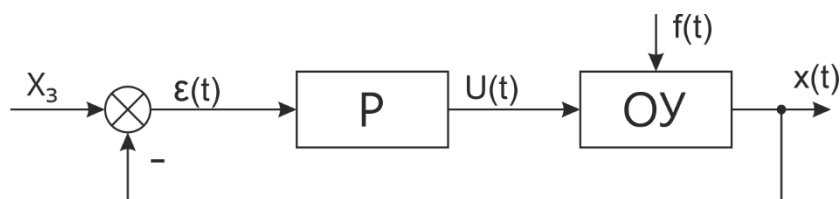


Рисунок 4.5 - Структурна схема типової системи управління

P – регулятор; OU – об'єкт управління; X_3 - сигнал завдання; $\varepsilon(t)$ – сигнал неузгодженості; $U(t)$ – сигнал управління; $f(t)$ – збурення; $x(t)$ – вихідна координата.

Метою будь-якого управління є досягнення бажаної поведінки об'єкта управління. При цьому в якості критеріїв оцінки поведінки об'єкта можуть виступати: величина перерегулювання, час керування, коливальність процесу і т.ін. За своїм виконанням OU зазвичай конструктивно незмінні.

Отже, незмінні і його динамічні характеристики. Тому досягти бажаного поведінки об'єкта управління можна, лише конструюючи новий об'єкт, до складу якого входить вихідний OU і регулятор. У цьому полягає сенс побудови системи управління. Вирішення цього завдання досягається за рахунок вибору належного регулятора.

Вибір закону керування, що задовольняє необхідним показникам системи, називається синтезом системи. При синтезі систем управління промисловими об'єктами найбільш широке застосування знайшли регулятори з типовими законами

управління: пропорційний - П, пропорційно-інтегральний - ПІ, пропорційно-інтегрально-диференціальний - ПІД.

Для нашого об'єкта управління оптимальним вибором буде ПІ-регулятор, так як пропорційний регулятор не зможе забезпечити відсутність статичної помилки, що істотно погіршить якість вихідної продукції. У разі, якщо ПІ-регулятор дасть незадовільні показники якості перехідного процесу, слід застосувати ПІД-регулятор.

4.5 Розрахунок оптимальних налаштувань методом Ротача

Вихідними даними для розрахунку є: передавальна функція об'єкта управління і показник ступеня загасання ($\psi = 0.9$). Розрахунок будемо виконувати, використовуючи математичний пакет Mathcad, задамо вихідні дані:

$$M_z := 1.6 \quad W(s) := \frac{1}{605s + 1}$$

Сформуємо частотну передавальну функцію об'єкта управління шляхом заміни $s = j\omega$:

$$W_j(\omega) := W(s) \text{ substitute } s = i \cdot \omega \rightarrow \frac{1}{1 + 605i \cdot \omega}$$

Запишемо частотну передавальну функцію розімкнутої системи як послідовне з'єднання ПІ-регулятора і об'єкта управління:

$$W_p(k_1, T_i, \omega) := \left(k_1 + \frac{1}{T_i \cdot i \cdot \omega} \right) \cdot W_j(\omega)$$

Отримуємо функціональні залежності, для реальної та уявної частин АФЧХ розімкнутої системи управління, при коефіцієнті посилення регулятора, рівному одиниці:

$$U_p(\omega, T_i) := \text{Re}(W_p(1, T_i, \omega)) \quad V_p(\omega, T_i) := \text{Im}(W_p(1, T_i, \omega))$$

Формуємо функціональну залежність, яка описує ОУ в залежності від значення показника коливальності М:

$$\gamma(M) := \operatorname{asin}\left(\frac{1}{M}\right)$$

$$Y(X, M) := \tan(\gamma(M)) \cdot X$$

Запишемо вираз для визначення радіусу кола забороненої зони і положення його центру як функцію показника коливальності M :

$$r(M) := \frac{M}{M^2 - 1} \quad u(M) := \frac{M^2}{M^2 - 1}$$

Формуємо рівняння кіл забороненої зони в прямокутній системі координат:

$$R(\psi, M) := r(M) \cdot \sin(\psi) - u(M)$$

$$I(\psi, M) := r(M) \cos(\psi)$$

Задаємо діапазон частот і крок зміни, для побудови АЧХ з метою відображення тільки необхідного третього квадранта:

$$\omega := 0, 0.0001 \dots 1$$

Також введемо необхідні параметри s, Ms , які будемо змінювати для отримання одночасного дотику прямої OY і кіл. Виконуємо графічні побудови і визначаємо три пари налаштувань для ПІ-регулятора (рисунок 4.6).

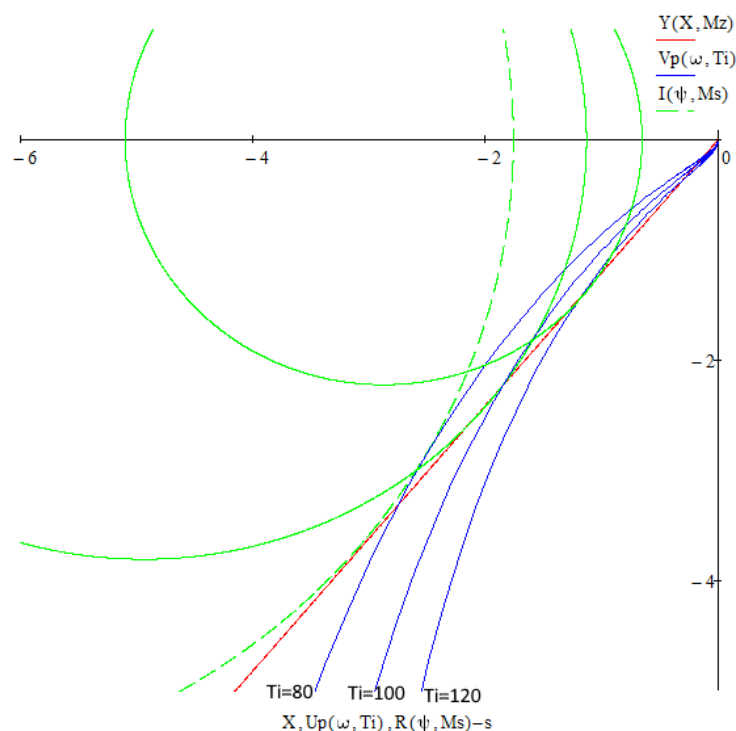


Рисунок 4.6 – Визначення установок ПІ-регулятора методом Ротача

Визначаємо граничне значення коефіцієнта посилення регулятора, що забезпечує задане значення показника коливальності для кожного з випадків, за виразом:

$$k_{p,пр.} = \frac{M}{M^2 - 1} \cdot \frac{1}{r_0}.$$

Отримані пари налаштувань введемо в вигляді матриці:

$$\text{Data} := \begin{pmatrix} 80 & 0.65 \\ 100 & 0.989 \\ 120 & 1.65 \end{pmatrix}$$

Для визначення яка з пар налаштувань дає кращі показники якості, побудуємо графіки перехідних процесів для отриманих значень і визначимо їх показники. Отримані перехідні характеристики представлені на рисунку 4.7.

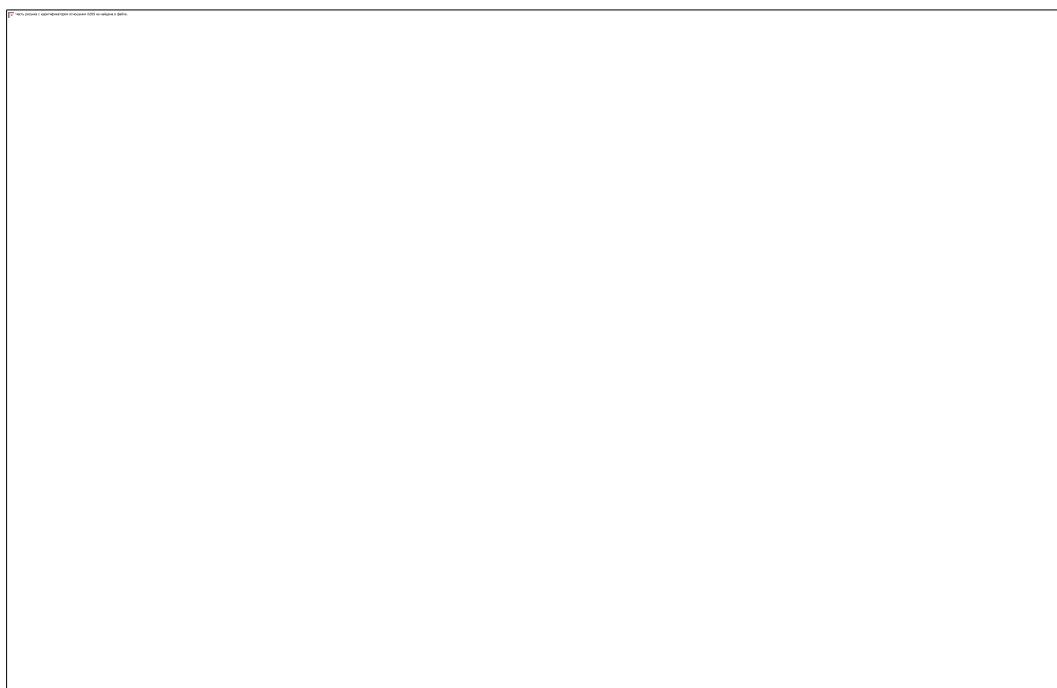


Рисунок 4.7 – Графіки перехідних процесів при різних настройках регулятора

З отриманого графіка, очевидно, що найкращі показники якості перехідний процес має при постійній інтегрування, рівній $T_i = 120$ і коефіцієнті посилення, рівного $k_p = 1.65$. Визначимо ці показники і зведемо в таблицю 4.2 разом з необхідними, за завданням, значеннями і показниками без регулятора.

Таблиця 4.2 – Показники якості перехідного процесу

Показник	Завдання	Без регулятора	ПІ-регулятор
Статична похибка, %	0	5	0
Час t_p , с	≤ 1500	1800	1300
Перерегулювання σ , %	≤ 20	0	13.8

Як видно з отриманої таблиці, дані настройки регулятора повністю задовольняють поставлене завдання. У порівнянні з системою без регулятора, ми отримали відсутність статичної помилки і менший час перехідного процесу, платою за це стало наявність перерегулювання, яке було відсутнє раніше, але так як воно не перевищує 20% то є допустимим для нашої системи.

4.6 Моделювання об'єкта управління

Проведемо імітаційне моделювання об'єкта управління за допомогою математичного пакета MatLab (додаток Simulink). Для цього зберемо структурну схему, представлену на рисунку 4.8. У системі є канал управління, ПІ-регулятор, безпосередньо об'єкт управління, а також осцилограф, на якому можливо спостерігати перехідний процес.

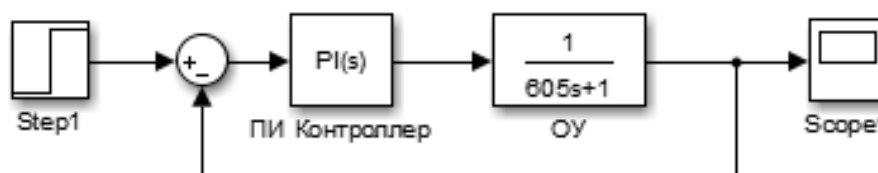


Рисунок 4.8 – Структурна схема об'єкта управління

Проведемо моделювання системи і отримаємо її перехідну характеристику (рисунок 4.9).

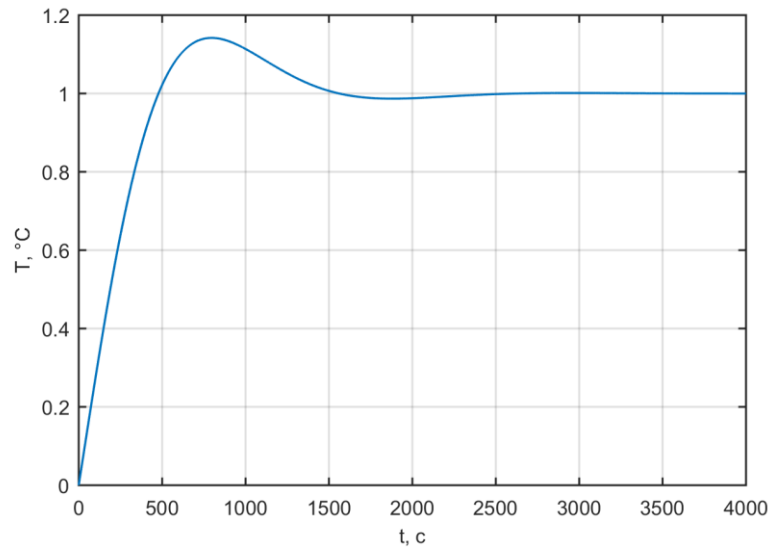


Рисунок 4.9 – Перехідна характеристика отриманої системи

Визначимо показники якості за отриманим графіком перехідного процесу:

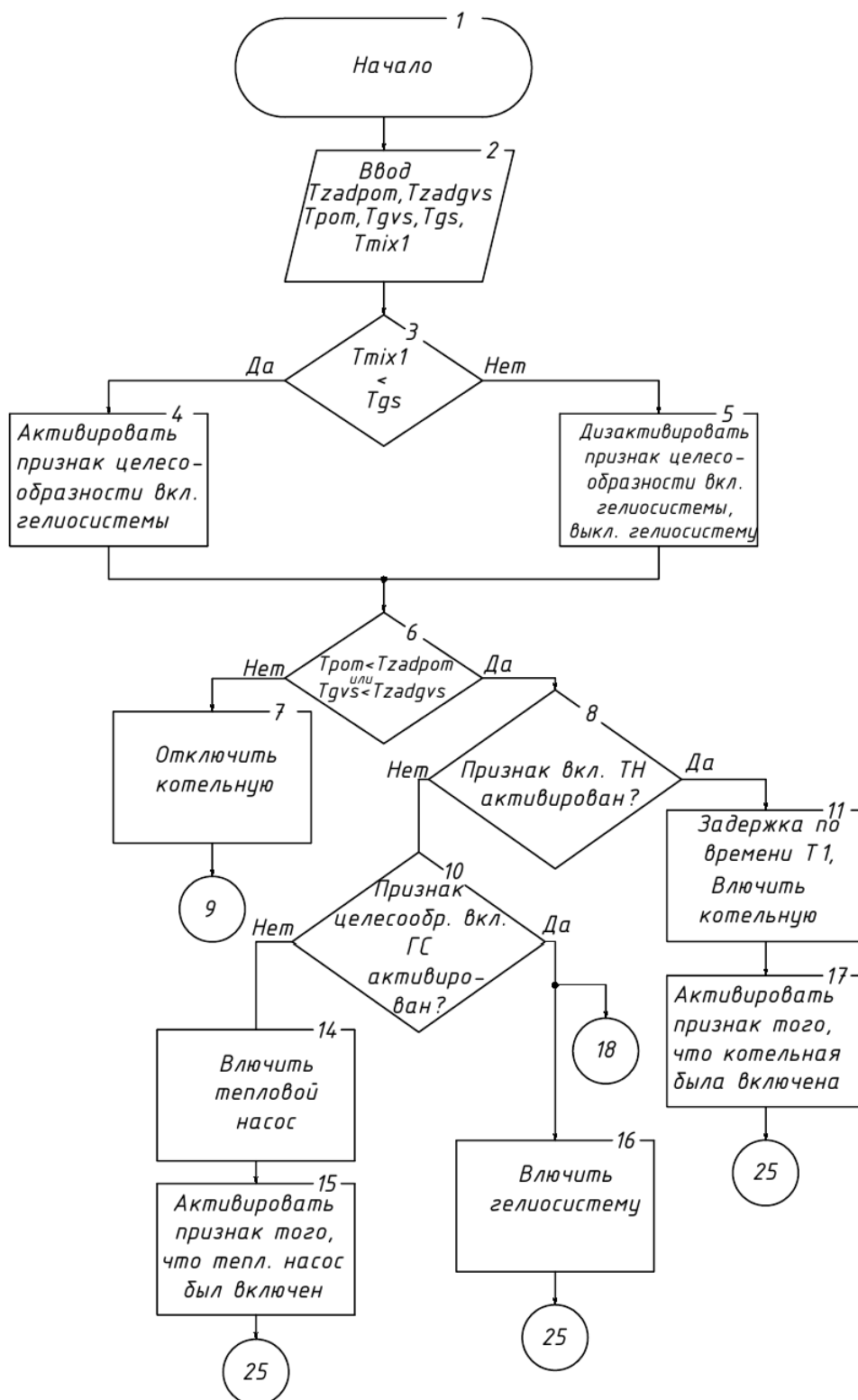
- час перехідного процесу $t_p = 1280c$;

- перерегулювання $\tau = 14\%$.

Дані показники якості повністю задовольняють завдання.

5 АГОРИТМ ТА SCADA-СИСТЕМА

Блок схема алгоритма изображена на рисунку 5.1



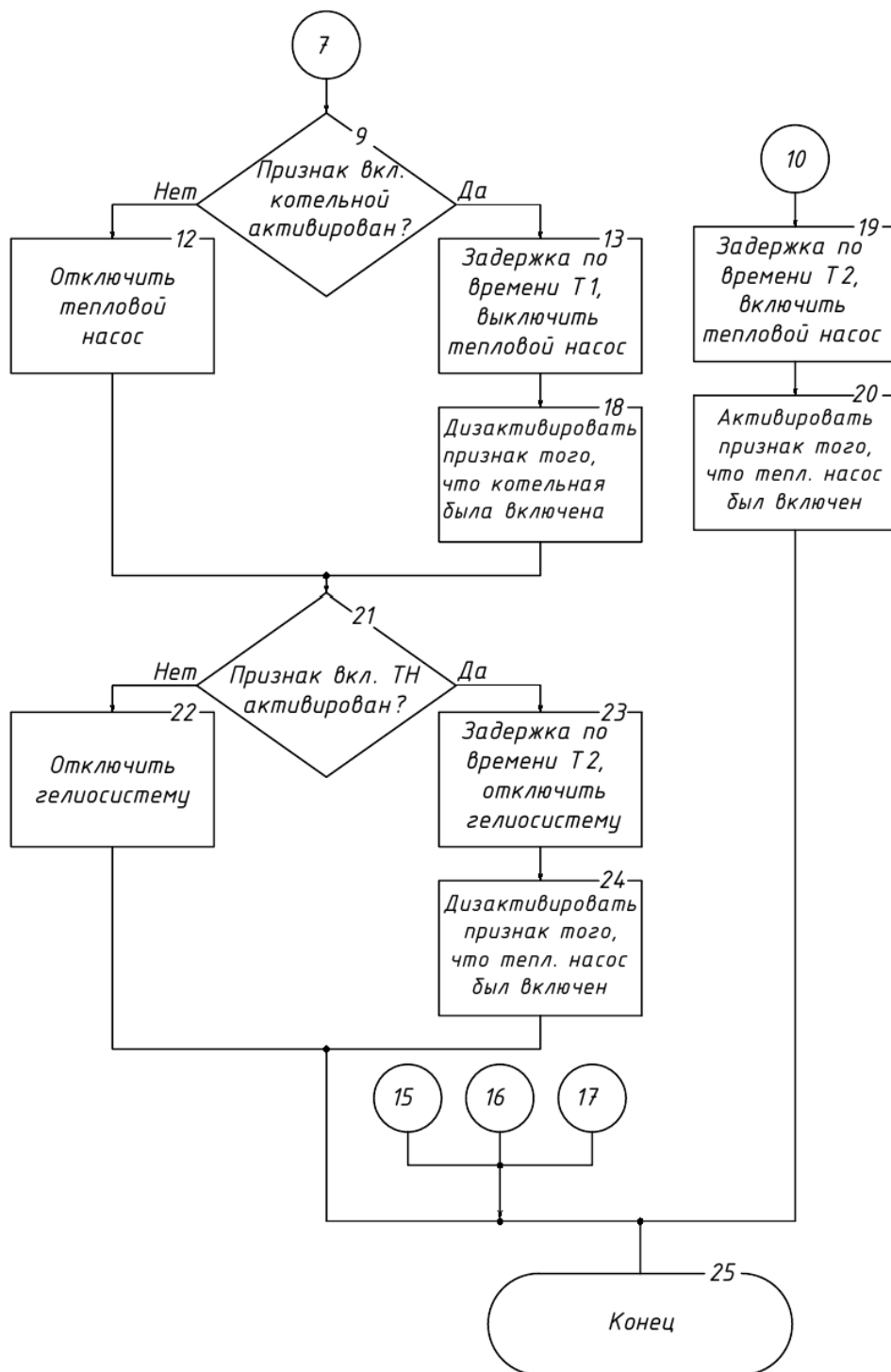


Рисунок 5.1 – Блок-схема управління

За допомогою признаков включення джерел забезпечується каскадна система роботи. Алгоритм реалізований в середовищі програмування контролера овен codesys for automation alliance та показаний на рисунку 5.2.

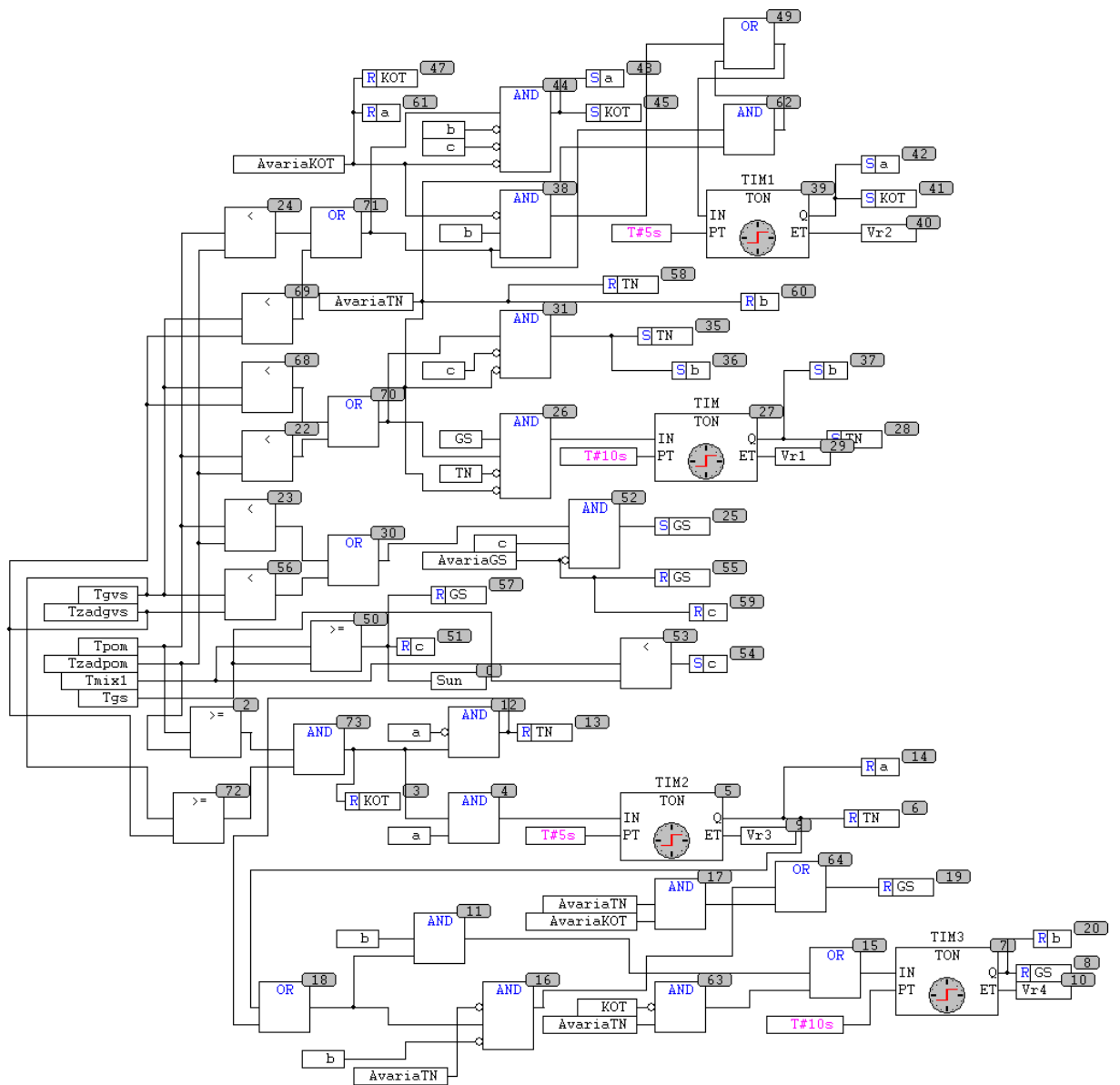


Рисунок 5.2 – Реалізація алгоритма роботи в CODESYS

ВИСНОВКИ

В роботі виконана розробка системи управління процесом теплопостачання на базі теплового насосу. Виконаний конструктивно-технологічний аналіз процесу, обрані канали управління, зроблений вибір засобів автоматизації, а саме, датчиків, виконавчих механізмів, засобів сигналізації і контролера. Були розроблені функціональна схема автоматизації і алгоритм роботи системи.

Проведені розрахунки контуру управління температурою в системі опалення і відповідно тиском для підтримання цієї температури. Обраний закон регулювання, досліджена поведінка системи та визначені оптимальні параметри регулятора.

Використання сучасних методів управління технологічним процесом, а також новітніх технічних засобів автоматизації дало можливість реалізувати якісно нову технологію управління, що призвело до:

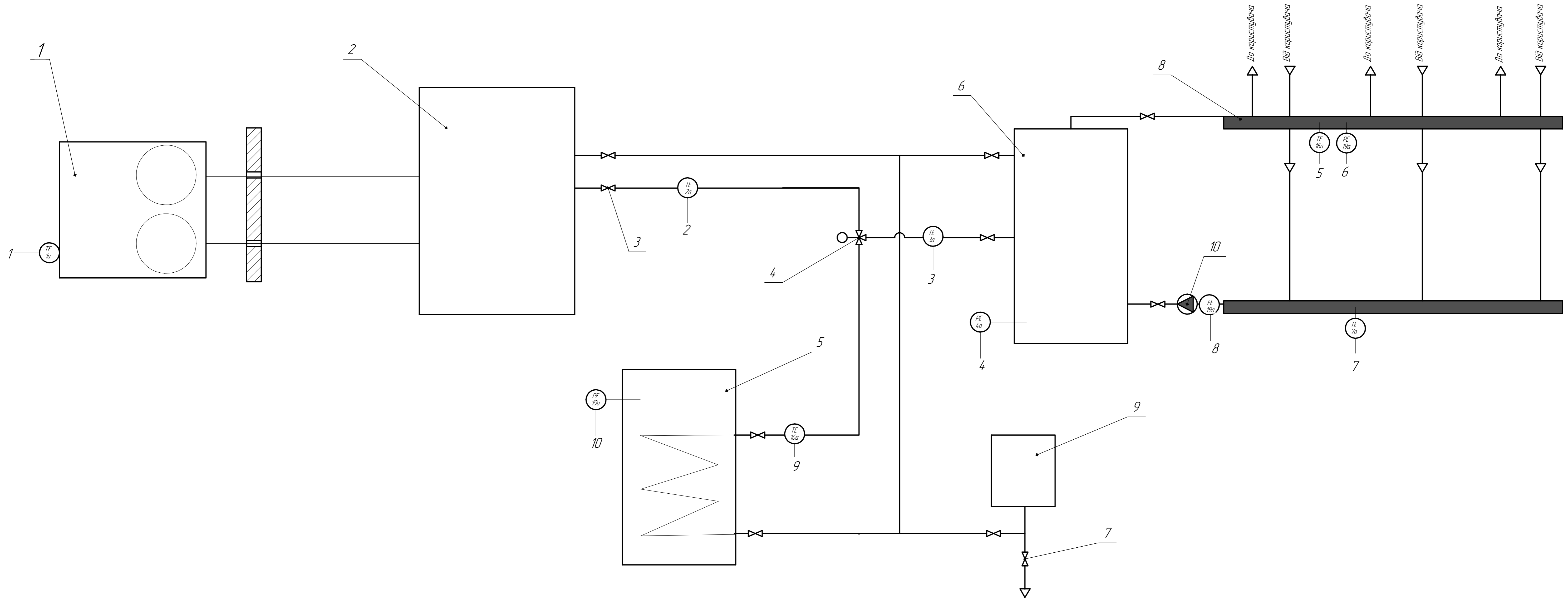
- покращення енергоефективності;
- економії коштів;
- підвищення безпеки.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. 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.
2. Сольніцев Р.І., Автоматизація проектування систем автоматичного управління - М: Вища. шк., 1991. - 335 с.
3. Методичні вказівки з оформлення графічної частини конструкторської документації проектів автоматизації. Структурні, функціональні та принципові схеми / укладач О.Ю. Журавльов. – Суми: Вид-во СумДУ, 2006. – 48с.
4. Худoley Г.М. Конспект лекцій і практик з ТАУ, 2015
5. Проектування систем автоматизації технологічних процесів: Дов. пос. / А.С. Ключев, Б.В. Глазов, А.Х. Дубровський, С.А. Ключев. -М .: Вища школа, 1990.- 464 с.
6. Шубенко В.О. Використання низькотемпературних джерел енергії та їх перетворювачів / В.О. Шубенко, С.М. Кухарець // Житомир: «ЖНАУ» –2014 – 240-261 с.
7. Внедрение теплонасосных установок /Ю. М. Мацевитий, Н. Б. Чиркин, Л. С. Богданович, А. С. Клепанда //Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2008. – № 3. – С. 4–10.
8. Гершкович В. Ф. Особенности проектирования систем теплоснабжения зданий с тепловыми насосами / В. Ф. Гершкович. – К.: Украинская Академия Архитектуры ЧП “Энергоминимум”, 2009. – 60 с.
9. Безродний М.К. Термодинамічна та енергетична ефективність теплонасосних схем теплопостачання: Підручник / М.К. Безродний, Н.О. Притула. – Київ: НТУУ «КПІ», 2016. – 272 с.
10. Хайнрих Г. Теплонасосные установки для отопления и горячего водоснабжения / Г. Хайнрих, Х. Найорк, В. Нестлер: Пер. с нем. - М.: Стройиздат, 1985. - 351 с
11. Рей Д. Тепловые насосы / Д. Рей, Д. Макмайкл. – Москва : Энергоиздат, 1982. – 224 с.

12. Арсеньев В. М. Теплоаналогна технологія енергозбереження : навчальний посібник / В. М. Арсеньев. – Суми : СумДУ, 2011. – 283 с.
13. Тепловые и конструктивные расчеты холодильных машин, тепловых насосов и термотрансформаторов. Расчет циклов, термодинамических и физических свойств рабочих веществ / Л. С. Тимофеевский, В. Н. Пекарев, Н. Н. Бухарин и др.; под ред. Л. С. Тимофеевского. – Санкт-Петербург : ГУНиПТ, 2006. – 260 с
14. Гомелаури В. И., Везиришвили О. Ш. Опыт разработки и применения теплонасосных установок.- Теплоэнергетика, - 4, 1978, с. 22 - 25.
15. Интернет-ресурс: <https://ds-electro.com.ua/p893626438-trm1-regulyator-universalnym.html>
16. Интернет-ресурс: <https://ukrspecavtomat.com.ua/products/trm1-izmeritel-regulyator-odnokanalnyj/>
17. Интернет-ресурс: <https://uateplo.com/shop/tproduct/121420170-641403481649-teplovoi-nasos-panasonic-aquarea-t-cap-w>
18. Интернет-ресурс: https://co-ax.com/pdf/ru/ru_k25dr.pdf
19. Интернет-ресурс: <https://www.vaillant.ua/downloads/catalog/2019-2020/vaillant-catalogue-2019-2020-1566394.pdf>
20. Интернет-ресурс: http://library.kpi.kharkov.ua/files/JUR/ite_2019_4.pdf
21. Интернет-ресурс: <https://farro.shop/product/teplovoi-nasos-panasonic-kit-wxc09h3e5-t-cap-aquarea/>
22. Интернет-ресурс: <http://eprints.zu.edu.ua/id/eprint/6217/contents>
23. Интернет-ресурс: https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream/123456789/79166/3/Bak_Rob_Salganyuk.pdf
24. Интернет-ресурс: http://mostechnic.ru/wp-content/uploads/2020/01/%D0%9A%D0%B0%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B3_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%86%D0%B8%D0%B8_2019.pdf
25. Интернет-ресурс: <https://www.naftogaz.com/files/Information/Presentation-2.pdf>
26. Интернет-ресурс: <https://volar.com.ua/ua/shop/reflex-refix-dd-12-zelenyi-10-bar-rasshiritelnyi-bak.html>

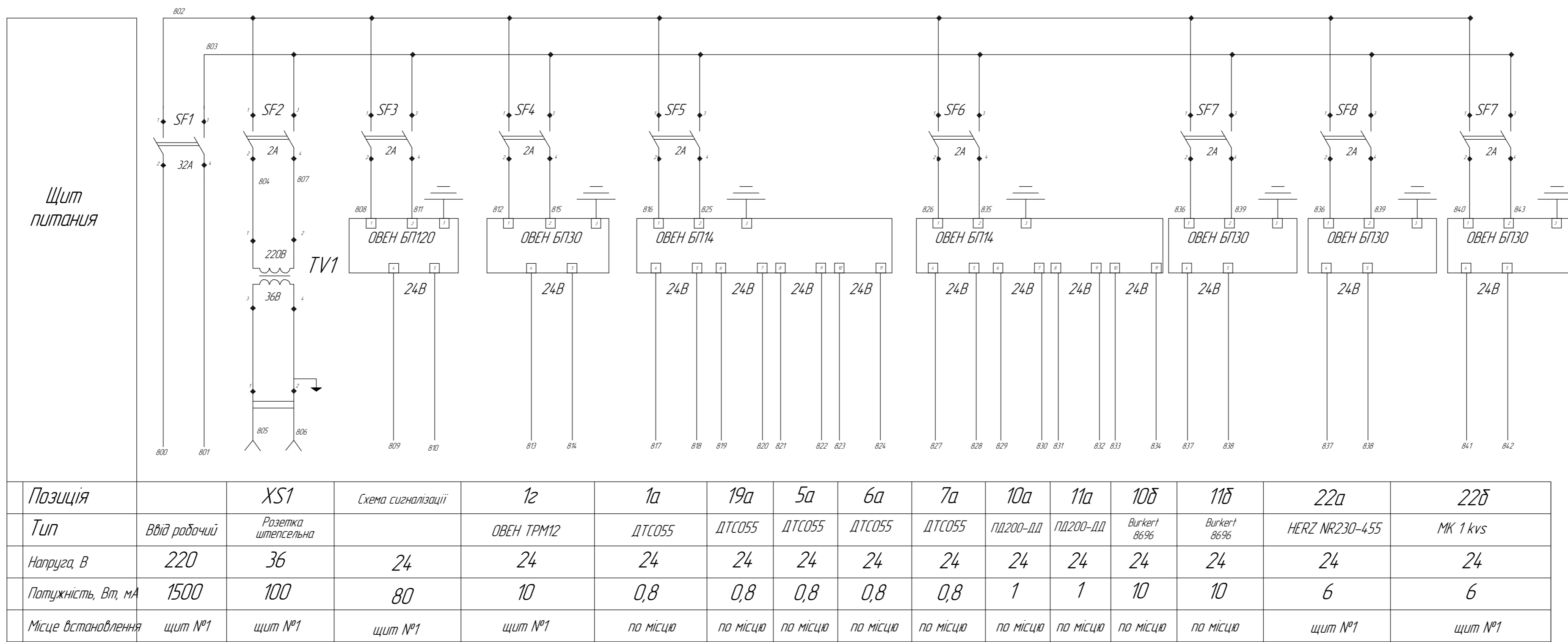
27. Интернет-ресурс: https://teplozon.com.ua/ua/shop/product/bufernaia-emkost-reflex-storatherm-heat-hf-800-1_c-s-odnim-zmeevikom
28. Интернет-ресурс: <https://owen.ua/>
29. Интернет-ресурс: <http://www.pea.ru/docs/equipment/heating/teplovye-nasosy/princip-raboty-teplovogo-nasosa/>
30. Интернет-ресурс: <https://www.viessmann.ru/ru/zilye-zdania/kakaa-sistema-otoplenia/teplovye-nasosy.html>
31. Интернет-ресурс: <http://infosantehnik.ru/str/46.html>
32. Интернет-ресурс: <https://lg-b2b.ru/product/hn1616-nk3-hu091-u43/>
33. Интернет-ресурс: <http://www.ktto.com.ua/>
34. Интернет-ресурс: <https://promprog.ru/product/nasosy/tsirkulyatsionnye/>
35. Интернет-ресурс: <https://ledtorg.com.ua/>
36. Интернет-ресурс: <https://aip.com.ru/>
37. Интернет-ресурс: <https://centur.com.ua/hrupa-bezpeky-kotla-rda-italiya>
38. Интернет-ресурс: <http://ua.sugaprocess.com/flow-meter/turbine-flow-meter/gaimc-gtf300-turbine-flow-meter-thread-type.html>
39. Интернет-ресурс: <https://unidim.com.ua/ua/3-h-hodovoy-smesitelnyy-klapan-afriso-arv-386>
40. Интернет-ресурс: <https://mega-teplo.com.ua/p758741355-trihodovij-zmishuvalnij-klapan.html>
41. Интернет-ресурс: https://aquapolis.ua/teplovye-nasosy-dlja-doma.html?gclid=Cj0KCQjw5uWGBhCTARIsAL70sLK7hC2q29EP2vcaazFppoF9yZM4ojGy9A6q92m1SufGBYHFjHLTU2YaAmZyEALw_wcB



Лист № докум. Підп. і дата. Взам. інв. №. Інв. № днів. Стор. №. Пер. примен.

Прилади по месту		1	2	3	4	5	6	7	8	3	4	PE 90	PE 90	HE1	HA1	
УСО	AI	-30...40°С	75...80°С	50...80°С	0,2 МПа	75...80°С	управління	0,2 МПа	35...40°С	4 м³/год	50...80°С	0,2 МПа	0,2 МПа	0,2 МПа	HE1	HA1
	DI															
	AO															
МК	Imp															
	Упр															
Панель оператора	I															
	R															
Сенсоризація																

СУ-71Ш.6.15101 А2				Лист	Масштаб	Масштаб
Взам. Лист	№ док.м.	Підп.	Дата	Система управління процесом теплопостачання на базі теплового насосу		1:1
Розроб.	Акуліна А.Д.			Схема функціональна	Лист	Листів 1
Проб.	Сердюк І.В.					
Т.контр.						
Н.контр.						
Утв.	Хидолеу Г.М.					



Позиція		XS1	Схема сигналізації	1z	1a	19a	5a	6a	7a	10a	11a	10δ	11δ	22a	22δ
Тип	Ввід робочий	Розетка штепсельна		ОВЕН ТРМ12	ДТС055	ДТС055	ДТС055	ДТС055	ДТС055	ПД200-ДД	ПД200-ДД	Burkert 8696	Burkert 8696	HERZ NR230-455	МК 1 kvs
Напряга, В	220	36	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Потужність, Вт, МА	1500	100	80	10	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1	1	10	10	6	6
Місце встановлення	щит №1	щит №1	щит №1	щит №1	по місцю	по місцю	по місцю	по місцю	по місцю	по місцю	по місцю	по місцю	по місцю	щит №1	щит №1

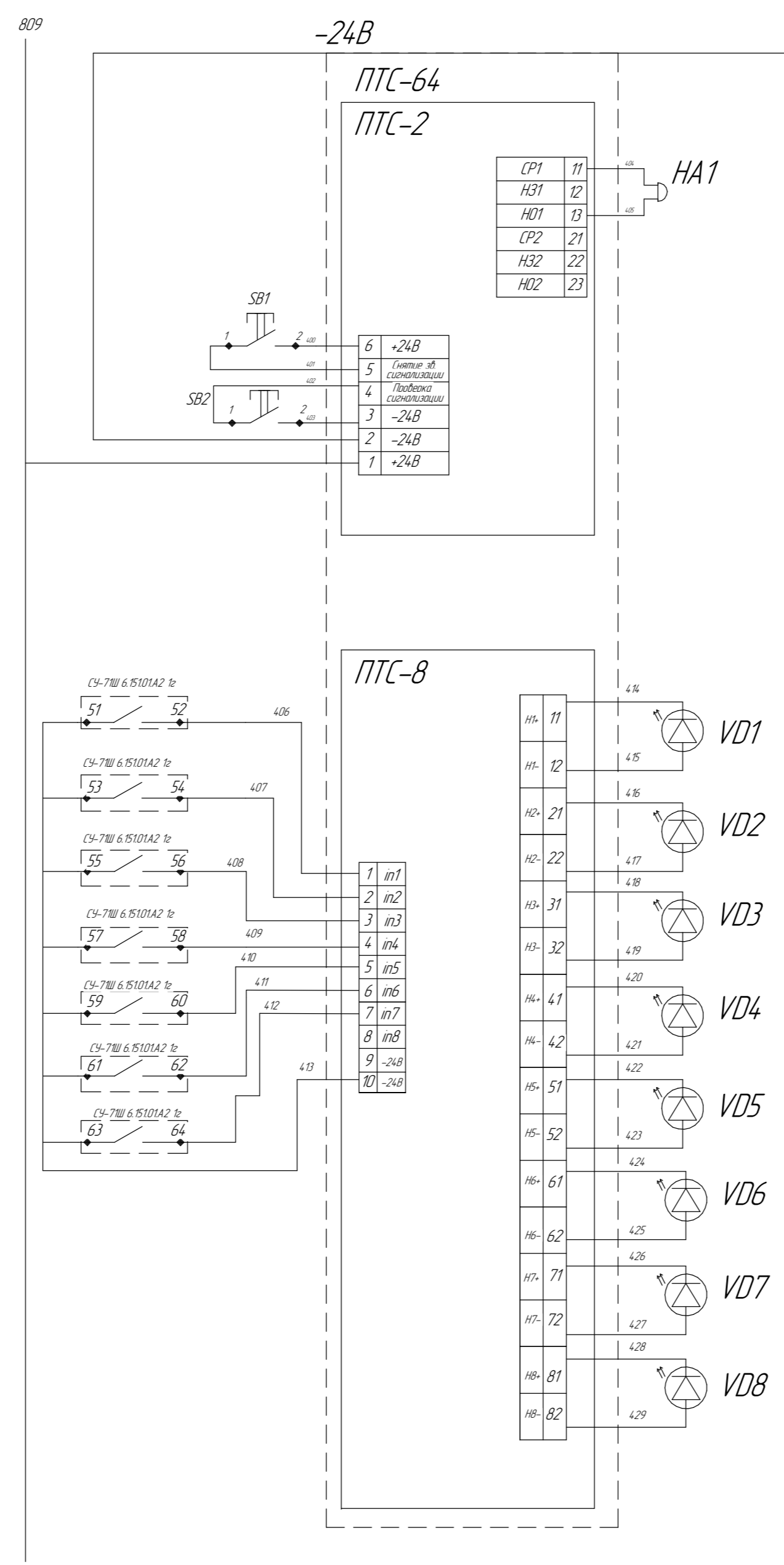


Схема сигналізації

Звукоба сигналізації	
Кнопка зняття узагальненої сигналізації	
Випробування звукобої і світлової сигналізації	
Підвищення температури	VD1, VD2, VD3, VD4, VD5, VD6, VD7, VD8
Підвищення тиску	
Підвищення температури	
Підвищення температури	
Підвищення температури	
Підвищення тиску	
Підвищення температури	
Підвищення витрати	
Підвищення температури	

Позиція	Позначення	Кіль-ть	Примітка
SF1	Автоматичний вимикач ВА-2001, кількість полюсів 2 Іном=32А, Уном=220/380В	1	
SF2-SF8	Автоматичний вимикач ВА-2001,Іном=2А, Уном=220В	7	
VD1-VD8	Лампа сигнальна світлодіодна, колір червоний Рном=2,6Вт,Іном=24В, степінь захисту ІР67, ВЛМ2ТЛ224	8	
TV1	Трансформатор понижаючий ОСМ1-0,1, U1=220В, U2=36В P=320Вт	1	
SB1-SB2	Кнопка з підсвіткою червона 100тА, Іном=24В ВЛМ2Т ОЛ104	2	
XS1	Штепсельна розетка РШ-К-2-СО-2-6/10/220 U=36В	1	
ОВЕН БП120	Блок живлення стабілізованю напругою постійного струму 24В, 120Вт	1	
ОВЕН БП30	Блок живлення стабілізованю напругою постійного струму 24В, 30Вт одноканальний	4	
ОВЕН БП14	Блок живлення стабілізованю напругою постійного струму 24В, 14Вт багатоканальний	2	
ПТС64	Прилад технічної сигналізації. Дискретних входів 8 Іном=24В	1	
HA	Дзвінок гучного дьоу МЗ-3, сила звуку 103 дБ, U = 220В,	1	
УП12	Пристрій плавного пуску двигуна U = 380В	1	

ЄЄ-71Ш.6.151.01 33

Изм. Лист	№ док.м.	Подп.	Дата	Система управління процесом теплоснабчення на базі теплового насосу Схема електрична принципова	Лист	Масштаб	Масштаб
Разраб.	Акулина А.Д.				1-1		
Пров.	Сердюк І.В.				Лист	Листов	1
Т.контр.							
Исполн.							
Утв.	Хидолеу Г.М.						

Лист № 1
Лист № 2
Лист № 3
Лист № 4
Лист № 5
Лист № 6
Лист № 7
Лист № 8
Лист № 9
Лист № 10
Лист № 11
Лист № 12
Лист № 13
Лист № 14
Лист № 15
Лист № 16
Лист № 17
Лист № 18
Лист № 19
Лист № 20
Лист № 21
Лист № 22
Лист № 23
Лист № 24
Лист № 25
Лист № 26
Лист № 27
Лист № 28
Лист № 29
Лист № 30
Лист № 31
Лист № 32
Лист № 33
Лист № 34
Лист № 35
Лист № 36
Лист № 37
Лист № 38
Лист № 39
Лист № 40
Лист № 41
Лист № 42
Лист № 43
Лист № 44
Лист № 45
Лист № 46
Лист № 47
Лист № 48
Лист № 49
Лист № 50
Лист № 51
Лист № 52
Лист № 53
Лист № 54
Лист № 55
Лист № 56
Лист № 57
Лист № 58
Лист № 59
Лист № 60
Лист № 61
Лист № 62
Лист № 63
Лист № 64
Лист № 65
Лист № 66
Лист № 67
Лист № 68
Лист № 69
Лист № 70
Лист № 71
Лист № 72
Лист № 73
Лист № 74
Лист № 75
Лист № 76
Лист № 77
Лист № 78
Лист № 79
Лист № 80
Лист № 81
Лист № 82
Лист № 83
Лист № 84
Лист № 85
Лист № 86
Лист № 87
Лист № 88
Лист № 89
Лист № 90
Лист № 91
Лист № 92
Лист № 93
Лист № 94
Лист № 95
Лист № 96
Лист № 97
Лист № 98
Лист № 99
Лист № 100