

БЛОК КЕРУВАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИМ ТЕПЛОВИМ ПУНКТОМ БАГАТОПОВЕРХОВОГО БУДИНКУ

Савченко О.І., магістрант, Король С.В., к.т.н., доц., Приймак Б.І., к.т.н., доц.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра автоматизації електромеханічних систем та електроприводу

Вступ. В існуючих системах міського теплопостачання використовується централізоване регулювання опалення. Швидкість руху теплоносія, що циркулює в системі опалення, залишається постійною протягом усього опалювального періоду, а інтенсивність опалення регулюється шляхом зміни його температури у відповідності до температури зовнішнього повітря на основі затвердженого температурного графіку. Для підлаштування системи теплопостачання окремого будинку застосовувався елеваторний вузол [1]. Його вартість досить низька у порівнянні з автоматизованим індивідуальним тепловим пунктом (ІТП), однак за допомогою такого ІТП неможливо здійснювати регулювання температури теплоносія, особливо при перехідних режимах роботи системи. Елеваторний вузол забезпечує тільки «якісне» регулювання теплоносія, яке полягає у пропорційній залежності температури в системі опалення від температури теплоносія, що поступає від централізованої теплової мережі. Це не дозволяє враховувати індивідуальні особливості кожної будівлі, її графік використання, теплові втрати при різних температурах. Як наслідок, система опалення забезпечує комфортну температуру тільки при одній температурі навколишнього середовища, яка прийнята за базову. За більш низьких температур обігрів помешкань не достатній, а за більш високих – обігрів надлишковий. Це призводить до низької якості стабілізації температури в помешканнях і надлишкових теплових витрат.

Ще одна особливість існуючих систем централізованого теплопостачання в тому, що у більшості випадків використовується двотрубна магістральна тепла мережа. Це означає, що по одних і тих же трубопроводах забезпечується подача теплоносія як для систем опалення, так і для систем гарячого водопостачання. Згідно з нормами температура гарячої побутової води не має бути нижче 60°C . Для цього в закритих системах теплопостачання температура теплоносія не повинна знижуватися нижче 70°C . Проте для опалення будівель в осінньо-весняний період температура теплоносія потрібна значно нижча. Останніми роками все активніше впроваджують системи автоматичного регулювання подачі тепла саме в індивідуальних теплових пунктах [2]. Їх перевагою є автоматичне підтримання параметрів системи опалення, що дозволяє користувачу самостійно задавати тепловий режим опалюваних приміщень, а це суттєво скорочує витрати на теплову енергію. При значному інтересі до розробки і впровадження систем автоматизації теплопостачання методи синтезу систем досить складні [3]. Отже розробка системи автоматизації, яка може бути реалізована на простому контролері є актуальною задачею.

Метою роботи є розробка блоку керування індивідуальним тепловим пунктом багатоквартирного будинку.

Матеріали досліджень. Автоматизована система керування тепловим пунктом має забезпечувати функції контролю, регулювання, сигналізації та захисту. Вона складається з регульованого циркуляційного насосу і клапану підмішування мережевої води, аналогові датчики тиску в тепловій мережі подачі теплоносія, прямому і зворотному трубопроводі подачі теплоносія від ІТП до споживача і датчик продуктивності, а також пристрій аварійної сигналізації.

Розглянемо функції захисту. Система автоматизації повинна забезпечити функціонування системи опалення при виникненні наступних аварійних ситуацій:

1) При відмові обладнання теплового пункту (датчиків, насосу) і неможливості подальшого керування продуктивністю циркуляційного насосу система автоматизації повинна перейти в режим некерованого безпечного функціонування і контролю критичних параметрів, а також ввімкнути сигналізацію.

2) При виході контрольованих параметрів за допустимі межі система керування має перевести обладнання в стан, який забезпечить збереження обладнання ІТП і виключить можливість виникнення аварійної ситуації, а також увімкне аварійну сигналізацію.

Розглянемо основні аварійні ситуації і алгоритми реакції системи на них.

1. Втрата сигналу від датчика тиску теплоносія в прямому чи зворотному трубопроводі подачі теплоносія від мережі до ІТП, або в прямому чи зворотному трубопроводі подачі теплоносія від ІТП до споживача. Сигналом про це може бути миттєве зменшення сигналу від одного з датчиків тиску до нуля. Датчики тиску встановлені на прямому і зворотному трубопроводах подачі теплоносія з тепломережі до ІТП.

Після зникнення сигналу від датчика тиску в тепловій мережі подачі теплоносія до ІТП система має перейти в режим некерованого функціонування системи опалення, для цього потрібно перевести клапан підмішування мережевої води у положення 100% подачі мережевої води, вимкнути циркуляційний насос і ввімкнути сигналізацію про вихід з ладу датчика тиску в мережі теплопостачання.

2. Вихід з ладу насосу. Сигнал несправності насосу встановлюється в 1 при відсутності витрат через T_3 – часу запуску циркуляційного насосу після включення насосу або при падінні сигналу витрат до нуля під час роботи насосу.

Після виходу з ладу насосу система керування має перейти в режим спостереження, а для роботи системи опалення в некерованому режимі потрібно перевести клапан підмішування мережевої води $K1$ у положення 100% подачі мережевої води, вимкнути циркуляційний насос і ввімкнути сигналізацію про вихід з ладу циркуляційного насосу.

Синтезуємо блок керування циркуляційним насосом який буде контролювати правильну роботу насосу відповідно до пунктів 1-3.

При подачі сигналу *start* на запуск система очікує на сигнал дозволу роботи насоса *dn1*. Сигнал дозволу з'являється при виконанні всіх умов нормальної роботи насосу: наявний зв'язок зі всіма датчиками (пункти 1-2), тиск на вході насосу більший за мінімальний $h_2 < H_{min}$. У цьому випадку може починатися запуск циркуляційного насосу (подається сигнал H_1). Якщо насос запусниться у штатному режимі то подача теплоносія буде відрізнятись від заданої не більше ніж на допустиму величину $dQ = Q - Q^* < dQ_{max}$ і сигнал dQ , який свідчить про наявність необхідної подачі, стане рівним 1, а система перейде в режим стабілізації продуктивності. Якщо сигнал dQ через час T_3 не з'явиться, або якщо сигнал dQ зникне під час роботи насосу то блок керування має відключити насос, повністю відкрити клапан подачі теплоносія у систему опалення будинку *K1* (пряме підключення до тепломережі), увімкнути сигналізацію аварії насосу *HA* і перейти в режим аварійного некерованого теплопостачання. З цього режиму система повинна вийти тільки після надходження сигналу скидання аварії *Reset*. Штатне відключення системи відбувається після надходження сигналу *Stop*. Для синтезу логічних функцій керування методом *RS*-тригерів сформуємо граф станів системи керування насосом.

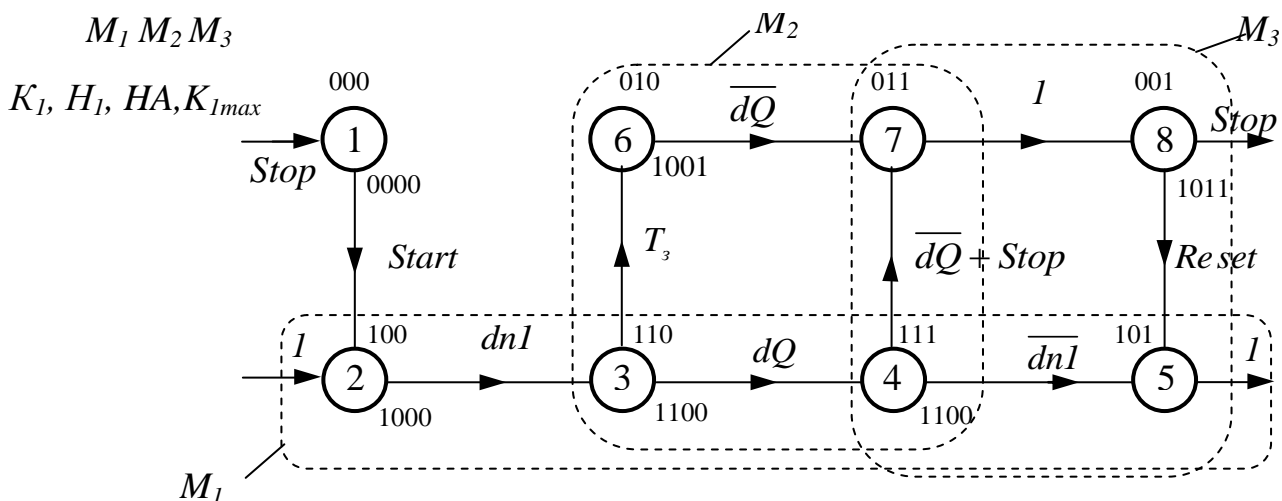


Рисунок 1 – Граф переходів блоку керування циркуляційним насосом

На графі позначено наступні стани:

- 1 – система очікує надходження сигналу *start*.
- 2 – система запущена і очікує сигналу дозволу роботи насосу.
- 3 – насос запускається, очікується наростання подачі теплоносія.
- 4 – насос працює в штатному режимі.
- 5 – насос відключений і система переходить у стан очікування дозволу роботи насосу.
- 6, 7 – проміжні стани через які проходить система при неправильній роботі насоса.
- 8 – система працює в некерованому режимі і очікує скидання аварії насоса.

Використовуючи граф переходів синтезуємо логічні функції для внутрішніх та вихідних змінних:

Вирази для встановлення тригерів станів системи:

$$S_{M_1} = Start \times \overline{M_2} \times \overline{M_3} + Reset \times \overline{M_2} \times M_3;$$

$$S_{M_2} = dn1 \times M_1 \times \overline{M_3};$$

$$S_{M_3} = \overline{dQ} \times \overline{M_1} \times M_2 + dQ \times M_1 \times M_2.$$

Вирази для скидання тригерів станів системи:

$$R_{M_1} = T_3 \times M_2 \times \overline{M_3} + (\overline{dQ} + Stop) \times M_2 \times M_3;$$

$$R_{M_2} = \overline{M_1} \times M_3 + \overline{dn1} \times M_1 \times M_3;$$

$$R_{M_3} = Stop \times \overline{M_1} \times \overline{M_2} + M_1 \times \overline{M_2};$$

Умова запуску таймеру:

$$T_3 = M_1 \times M_2 \times \overline{M_3};$$

Рівняння для сигналів керування виконавчими механізмами:

$$K_1 = M_1 + M_2 + M_3;$$

$$K_1 \max = (M_2 + M_3) \overline{M_1};$$

$$H_1 = M_1 \times M_2;$$

$$HA = M_1 \times M_3;$$

Висновок. Синтезовано блок керування циркуляційним насосом індивідуального теплового пункту багатоповерхового будинку. Він запобігає запуску насоса на суху, а при втраті сигналів від датчиків тиску чи знижені продуктивності нижче допустимого рівня переводить систему в режим безпечного некеруваного теплопостачання.

Перелік посилань

1. Фаликов В.Ф., Витальев В.П. Автоматизация тепловых пунктов: Справочное пособие. - М.: Энергоатомиздат, 1989.
2. Пырков В.В. Современные тепловые пункты. Автоматика и регулирование. – К.: П ДП “Такі справи”, 2007. – 252 с.
3. Гурьев С.В. Принципы построения алгоритма управления насосом / Международный научно-исследовательский журнал. №11. – 2017 – с. 21-25.