

УДК 621.3

Літвінов В.Р.

Кафедра автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕПЛОВОГО ПУНКТУ ЖИТЛОВОЇ БУДІВЛІ

Анотація. В результаті проведеної роботи було змодельовано систему автоматичного керування насосами підпитки ТП з адаптивним регулятором кількості подачі теплоносія. Параметри адаптуються відносно поточних температурних показників, що дозволяє збільшити економію тепла за рахунок зниження непродуктивних витрат в разі використання подачі теплоносія в опалювальний період.

Ключові слова: автоматизована система керування, тепловий пункт, піджвлювальний насос.

Abstract. As a result of this work, a system of automatic control of HP feed pumps with an adaptive regulator of the amount of coolant supply was modeled. The parameters are adapted to the current temperature, which allows to increase heat savings by reducing unproductive costs in the case of coolant supply during the heating period.

Key words: automated control system, heat point, feed pump.

Вступ. Енергетичні показники насосних установок залежать від режиму роботи. Параметрами, що визначають режим роботи насоса, є температурні показники датчиків. Ці величини також повністю визначають частоту обертання і момент навантаження на валу електродвигуна, тобто режим роботи електроприводу. Відповідно, регулювання основних параметрів робочого режиму насоса вплине на енергетичні показники і дозволить визначити ефективність роботи насосної установки. У існуючих системах незалежного теплопостачання, поруч з більш дорогим шляхом зниження енергоспоживання, пов'язаним з впровадженням енергозберігаючих архітектурно-будівельних рішень, існує порівняно недорогий спосіб, пов'язаний з автоматизацією теплових пунктів опалювальних будівель і подальшою реалізацією в рамках даної САК оптимального управління витратою [1]. Очевидно, що для постановки та подальшого вирішення даної оптимізаційної задачі необхідно розрахувати відповідну математичну модель.

Мета та завдання. Розробка системи автоматичного керування циркуляційних насосів ТП з адаптивним регулятором тиску для підвищення ефективності системи та задання комфортної подачі теплоносія відносно зміни температурних умов.

Матеріал та результати дослідження. Для значної групи насосних установок економічний режим забезпечується стабілізацією тиску (напору) в системі подачі рідини. альтернативні варіанти автоматизації ІТП були розроблені дві системи автоматизації: концепція замкнутої системи зі зворотним зв'язком (рис. 1) і замкнута система з комбінованою зв'язком (рис. 2).

Необхідність стабілізації напору в мережі цих станцій обумовлена змінним характером режиму споживання. Імовірнісний характер водоспоживання вимагає безперервних змін в режимі роботи насосної установки. Зміни повинні бути встановлені таким чином, щоб підтримувалися необхідні значення технологічних параметрів (подач, напорів) в системі в цілому і одночасно забезпечувалося мінімально можливе енергоспоживання насосної установки [4].

Це завдання вирішується системою автоматичного управління (САУ) насосної установки, стабілізуючою тиск в мережі по заданому значенню.

Дана система дозволяє вимірювати температуру води на виході ІТП за допомогою

датчика температури і коригувати її в разі потреби, з огляду на вплив, що обумовлює $t_{обр.вод}$. Недоліком даної системи є те, що впливи відпрацьовуються системою після того, як відбулося регулювання, внаслідок чого поточна температура буде відрізнятися від заданої [2]. Для того щоб збільшити ефективність регулювання можна використовувати замкнуту систему з комбінованою зв'язком (рис. 2).

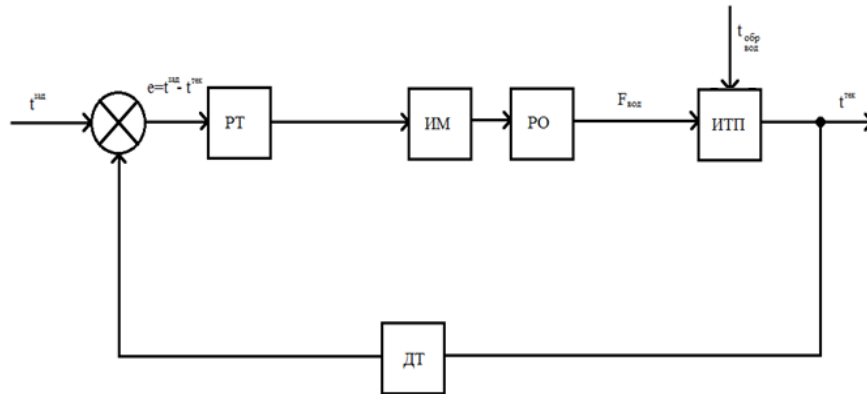


Рисунок 1 – Структурна схема САК ІТП зі зворотним зв'язком

На рис. 1 позначені: $t_{зад}$ – бажана температура, $t_{тек}$ – поточна температура, e – сигнал неузгодженості, $t_{обр.вод}$ – температура води із зворотного трубопроводу, $F_{вод}$ – витрата гарячої води з тепломережі, що йде на теплообмінник, РТ – регулятор температури, ІМ – виконавчий механізм, РО – регулюючий орган, ІТП – індивідуальний тепловий пункт, ДТ – датчик температури.

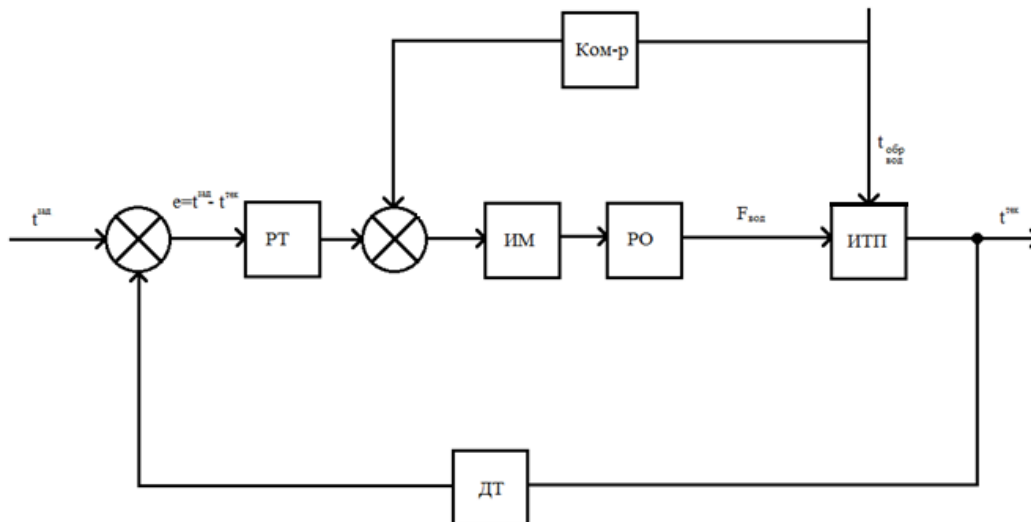


Рисунок 2 – Структурна схема САК ІТП з комбінованою зв'язком

На рис. 2 позначені: $t_{зад}$ – бажана температура, $t_{тек}$ – поточна температура, e – сигнал неузгодженості, $t_{обр.вод}$ – температура води із зворотного трубопроводу, $F_{вод}$ – витрата гарячої води з тепломережі, що йде на теплообмінник, РТ – регулятор температури, ІМ – виконавчий механізм, РО – регулюючий орган, ІТП – індивідуальний тепловий пункт, ДТ – датчик температури, Ком-р – компенсатор.

Використання даної системи дозволить значно поліпшити показники якості системи, збільшити швидкодію.

Розроблена концепція системи повинна давати такі результати:

- автоматичний контроль основних технологічних параметрів ІТП: температуру і кількість води, що подається;
- управління засувкою (для контролю витрат води, що подається);
- швидкодія системи не нижче існуючих аналогів;
- віддалене диспетчерське управління;
- забезпечення оптимального енергоспоживання.

На рис 3. зображено модель САК індивідуального теплового пункту зі зворотним зв'язком.

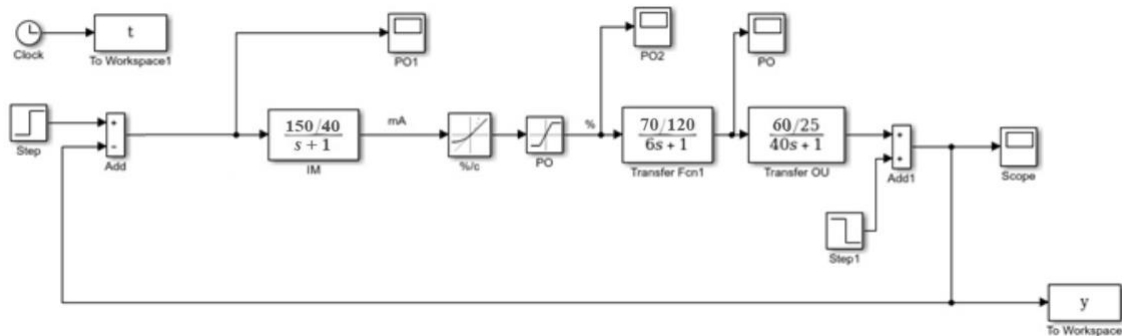


Рисунок 3 – Модель САК індивідуального теплового пункту зі зворотним зв'язком

Моделювання перехідних процесів в САК ІТП (рис. 4-7) здійснювалося в пакеті Simulink програмного комплексу Matlab. На рис. 4 приведена перехідна характеристика сили струму, що подається на виконавчий механізм, на рис. 5 - перехідна характеристика ступеня відкриття засувки, на рис. 6 - перехідна характеристика витрати води. На рис.7 – перехідна характеристика температури на виході.

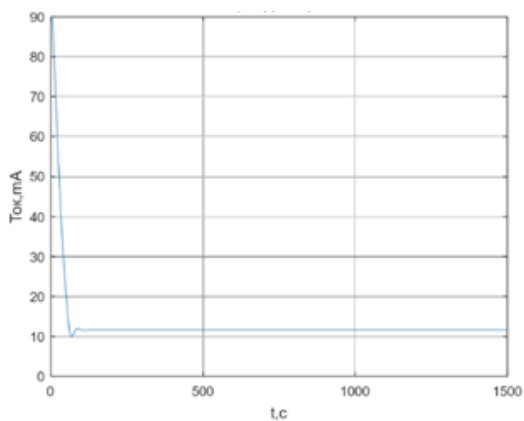


Рисунок 4 – Перехідна характеристика сили струму, що подається на виконавчий механізм

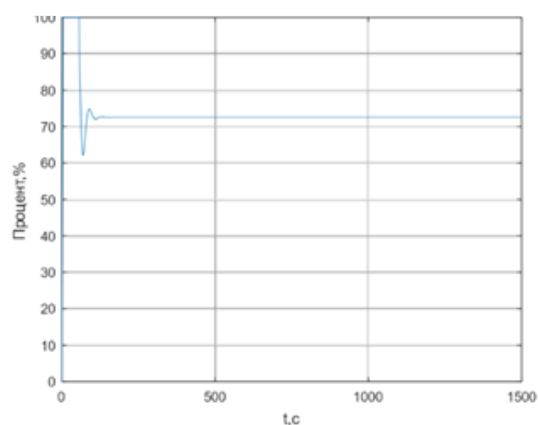


Рисунок 5 – Перехідна характеристика ступеня відкриття засувки

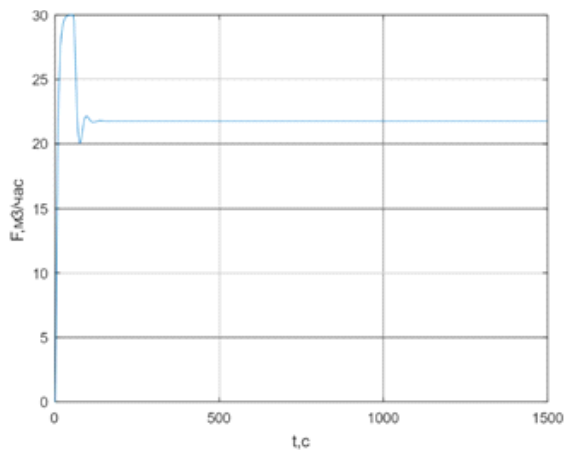


Рисунок 6 – Перехідна характеристика витрати води

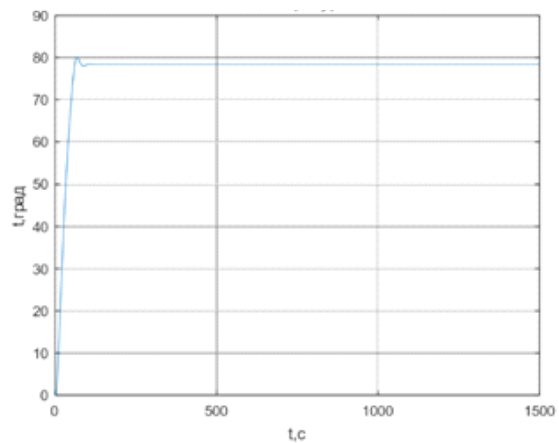


Рисунок 7 – Перехідна характеристика температури на виході

Проаналізувавши отримані результати, можна переконатися в тому, що для даної системи необхідно провести регулювання. Це видно з багатьох причин, таким як велике перерегулювання на всіх графіках, коливальний процес витрати води і те, що в підсумку потрібна температура не була досягнута [5]. Було прийнято рішення використовувати ПІД-регулятор для поліпшення працездатності САК.

В процесі настройки та аналізу регулятора стало ясно, що основний вплив здійснює тільки інтегральна складова, тому для простоти реалізації приймаємо І-регулятор.

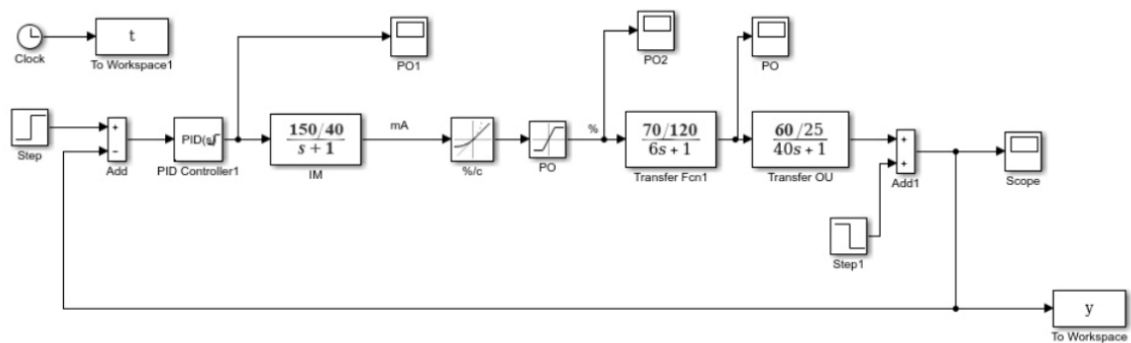


Рисунок 9 – Модель САК індивідуального теплового пункту зі зворотним зв'язком і І-регулятором

На рис. 10 приведена перехідна характеристика сили струму, що подається на виконавчий механізм з використанням І-регулятора, на рис. 11 - перехідна характеристика ступеня відкриття засувки, на рис. 12 - перехідна характеристика витрати води. На рис. 13 - перехідна характеристика температури на виході.

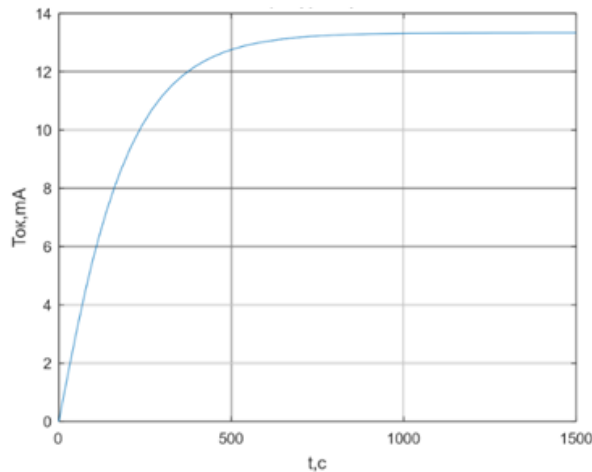


Рисунок 10 – Перехідна характеристика сили струму, що подається на виконавчий механізм з використанням І-регулятора

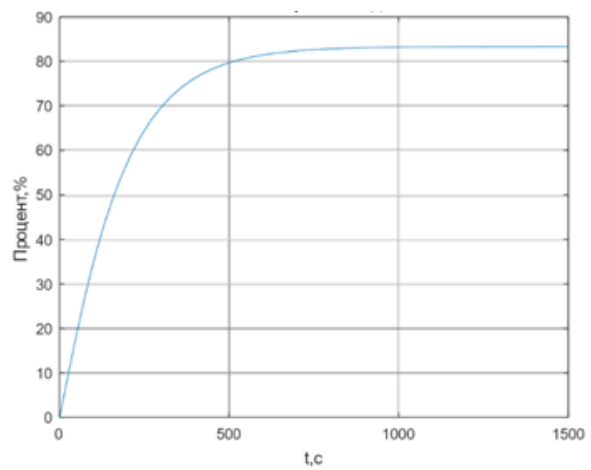


Рисунок 11 – Перехідна характеристика ступеня відкриття засувки

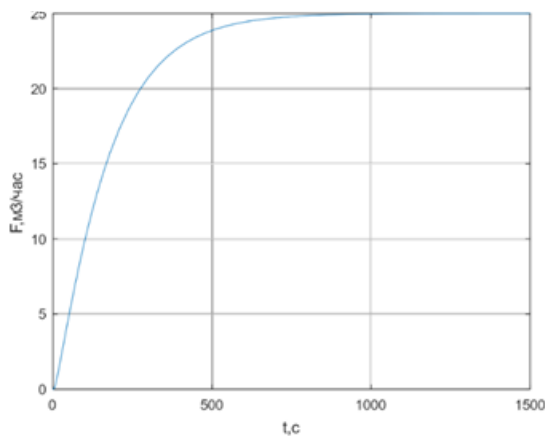


Рисунок 12 – Перехідна характеристика витрати води з використанням І-регулятора

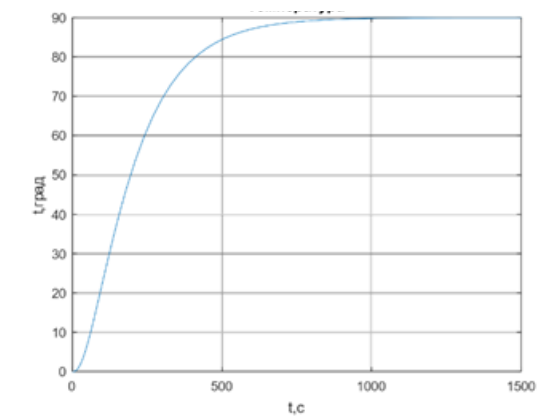


Рисунок 13 – Перехідна характеристика температури на виході

Висновки. 1. Розроблена модель індивідуального теплового пункту дозволила досліджувати характеристики даного об'єкта управління. Запропоновано реалізацію одноконтурної САК. Виконане моделювання підтвердило ефективність отриманих налаштувань: статична помилка і перерегулювання відсутні, отже, дана система придатна для експлуатації в сталому режимі. 2. САК теплового пункту з запропонованим І-регулятором і розрахованими настройками дозволяє повністю виконати вимоги, що підтверджено результатами моделювання [6]. Автоматизація теплового пункту, регулювання дозволяє виключити необґрунтоване витрата теплової енергії і теплоносія у споживачів, отже, витрати води і тепла палива на джерелі. Це сприятливо позначається на стані навколишнього середовища.

Список використаних джерел

1. Литасов, А. О. (2021). Автоматизована система керування індивідуального теплового пункту.

2. Ліннік, І. С. Налаштування регулятора у системі регулювання теплового пункту та порівняння якості перехідних процесів при використанні різних методів наладки. *Вчені записки*, 1202094.

3. Павленко, В. І. (2021). *Електромеханічна автоматизована система насосної установки індивідуального теплового пункту* (Master's thesis, КПІ ім. Ігоря Сікорського).

4. Фішук, Н. У. (2011). Роль автоматизації в модернізації комунальної та промислової енергетики. *Промышленная теплотехника*.

5. Фальченко, В. О. (2021). Автоматизована система диспетчеризації теплопостачання індивідуального теплопункту з використанням SCADA-систем.

6. СНіП 3.05.07 - 85 * «Системи автоматизації».

7. Pumps life cycle cost: a guide to LCC analysis for pumping systems. executive summary / [Hydraulic institute and Europump]. - Washington, DC, USA, 2001. - 16 с.

Науковий керівник к.т.н., доц. Босак А.В.