

ВСТУП

Актуальність теми. В існуючих системах централізованого теплопостачання використовується централізоване регулювання опалення. Швидкість руху теплоносія, що циркулює в системі опалення, залишаються постійними 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 приходить від централізованої теплової мережі. Це не дозволяє враховувати індивідуальні особливості кожної будівлі, її графік використання, теплові втрати при різних температурах. Це призводить до того, що система опалення забезпечує комфортну температуру тільки при одній температурі навколишнього середовища, яка прийнята за базову. При більш низьких температурах обігрів помешкань не достатній, а при 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 [2]. 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. В той час, як для опалення будівель в осінне-весняний період температура теплоносія потрібна значно нижча. Останніми роками все активніше впроваджують системи автоматичного регулювання подачі тепла саме в індивідуальних теплових пунктах [3]. 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 і не оптимальні [4]. Отже розробка системи автоматизації, яка може бути реалізована на найпростішому контролері є актуальною задачею.

Оптимізація втрат потужності за допомогою керування особливо бажана для механізмів, які працюють у довготривалих режимах, де забезпечення високих енергетичних показників набуває першочергового значення.

Система теплопостачання працює в тривалому режимі протягом всього опалювального сезону. Тому навіть незначне зменшення втрат може стати значним покращенням показників ефективності.

Проведений аналітичний огляд як вітчизняної так і зарубіжної літератури дозволяє стверджувати, що на сьогоднішній день ще не знайшла задовільного вирішення проблема оптимізації втрат при частотному керуванні асинхронним двигуном (АД). Також не досліджена проблема реалізації енергоощадного регулювання циркуляційного насосу систем теплопостачання. Отже перелічені проблемні питання належать до важливих та актуальних.

Мета роботи. Побудова, аналіз та дослідження системи регулювання продуктивності циркуляційного насосу пункту теплопостачання багатоповерхового будинку з поліпшеною енергоефективністю за рахунок оптимізації втрат потужності у частотно-керуваному асинхронному двигуні.

Досягнення мети ґрунтується на вирішенні наступних завдань.

1. Здійснення аналітичного огляду систем керування теплопостачанням житлових будинків.
2. Отримання математичного опису асинхронного електроприводу (АЕП) та моделі втрат потужності з врахуванням магнітних втрат у залізі двигуна.
3. Проектування алгоритму частотного керування АД з мінімізацією втрат потужності та регулятора продуктивності циркуляційного насосу.
4. Побудова моделі САР продуктивності циркуляційного насосу на основі частотно-керованого АД з мінімізацією втрат потужності та дослідження її роботи.
5. Дослідження динамічних і енергетичних характеристик системи керування продуктивністю циркуляційного насосу.

Об'єктом дослідження магістерської дисертації є процеси керування та оптимізації втрат в асинхронному електроприводі циркуляційного насосу.

Предметом дослідження є система регулювання продуктивності циркуляційного насосу з частотно-керованим асинхронним двигуном.

Методи досліджень. У роботі використані методи теорії електричних машин та електроприводу, теорії автоматичного керування, теорії оптимізації, математичного та імітаційного моделювання.

Наукова новизна магістерської роботи полягає у тому, що:

1. дістала подальший розвиток теорія оптимізації електромеханічних систем за рахунок застосування алгоритму мінімізації втрат потужності в частотно-керованому АД;
2. запропоновано новий алгоритм мінімізації сумарних втрат потужності в частотно-керованому АД, що зручний у практичному застосуванні внаслідок використання вимірюваного струму статора.
3. отримано оригінальні результати досліджень процесів керування та оптимізації втрат в асинхронному приводі циркуляційного насосу.

Практична цінність матеріалів роботи полягає у тому, що:

1. завдяки запропонованому енергоефективному керуванню АЕП циркуляційного насоса досягається економія електроенергії;
2. розроблені при написанні магістерської дисертації алгоритми та програми можуть знайти застосування у науково-дослідних роботах щодо побудови енергоефективних систем керування насосами;
3. отримані при виконанні дисертації моделі можуть бути корисними для впровадження в навчальний процес кафедри АЕМС-ЕП, зокрема у дисципліну «Системи оптимального та інтелектуального керування».

Особистий внесок здобувача. Всі результати, що висвітлені у роботі, отримані у співавторстві з науковим керівником.

Основні результати дослідження. Система енергоощадного керування асинхронним приводом циркуляційного насосу була побудована на основі класичної системи частотного керування АД з мінімізацією втрат потужності. Отримано математичний опис АЕП та модель втрат потужності із врахуванням магнітних втрат у залізі двигуна. Запропоновано алгоритм оптимізації втрат потужності в АД. Здійснено синтез регулятора продуктивності циркуляційного насосу теплового пункту. Побудовано комплексну математичну модель системи регулювання продуктивності циркуляційного насосу з частотно-керуваним АД у середовищі Matlab/Simulink. Виконано порівняльні дослідження традиційного та енергоефективного частотного керування АД насосу при різних режимах роботи системи опалення, які засвідчили можливість отримання істотного ефекту від впровадження запропонованих в дисертації рішень.

Апробація результатів. Результати досліджень доповідались на XI Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених, аспірантів і студентів “Сучасні проблеми електроенерготехніки та автоматики” (грудень 2018 р., Київ, НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського».

Публікації. За темою дисертації опублікована 1 стаття – [39].