

УПРАВЛІННЯ ТЕПЛОНАСОСНИМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯМ НА РІВНІ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

В. В. Стефанюк

Аспірант

Кафедра теоретичної, загальної та нетрадиційної енергетики
Одеський національний політехнічний університет

м. Одеса, Україна

Контактний тел.:(048)-758-47-67

e-mail: vadimstefanyuk@gmail.com

Запропоновано управління теплонасосним теплопостачанням на основі інформації як міри відтворення співвідношення виробництва та споживання теплоти в єдиному інформаційному просторі з використанням архітектури експертної системи, заснованої на синергетичному принципі

1. Вступ

Використання традиційних управляючих систем теплонасосним теплопостачанням на основі інерційного сигналу за зміною температури місцевої води ускладнено умовами не постійності теплового навантаження та температури низькопотенційного джерела енергії.

Так, наприклад, запропоновано встановлювати два рівня підігріву місцевої води - перший - з 15 до 35⁰С та другий - з 35 до 55⁰С щодо використання двох теплових насосів та різних схем підключення.

Але такі заходи потребують додаткових витрат, у тому числі на електроенергію щодо стиску холодагента [1].

Запропоновано новий інтелектуальний підхід щодо підтримки функціонування теплонасосного теплопостачання на основі синергетичної інформації як міри відтворення співвідношення між виробництвом та споживанням теплоти в єдиному інформаційному просторі [2-4].

1. Архітектура експертної системи

З цією ціллю використано архітектуру експертної системи, засновану на синергетичному принципі [2-3].

Основою експертної системи є конденсатор теплового насосу у якості динамічної системи (її назва в експертній системі – динамічна підсистема).

Інші модулі з відповідним математичним описом, що задіяні, - блоки зміни режиму, заряду та розряду (рис. 1) [2-4].

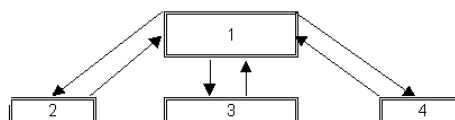


Рисунок 1. Архітектура експертної системи
1 - динамічна підсистема; 2 - блок зміни режиму; 3-блок заряду; 4 - блок розряду

Синергетичний принцип архітектури експертної системи та його математичне обґрунтування дозволяє реалізувати взаємовідносини динамічної підсистеми з іншими модулями експертної системи на основі математичного моделювання їх логічних зв'язків, що змінюються в часі. В результаті такої взаємодії встановлюються нові властивості елементів експертної системи за наявності математичного опису як динамічної підсистеми, так і модулів експертної системи [2-3].

2. Математичне моделювання динамічної підсистеми як основи експертної системи

Запропоновано використання обґрунтування математичного моделювання динаміки енергетичних систем як основи діагностики за допомогою рівнянь нерівноважної термодинаміки відносно обраного істотного параметра, що діагностується, - параметра порядку [2-3].

Система диференціальних рівнянь включає рівняння стану як оцінку фізичної моделі теплового насосу, рівняння енергії передавального й сприймаючого середовищ, рівняння теплового балансу стінки конденсатора теплового насосу. Рівняння енергії сприймаючого

середовища, розроблене щодо істотного параметра, що діагностується, - температури місцевої води із представленням його зміни не тільки в часі, але й уздовж просторової координати осі теплообмінника, що збігає з напрямком руху потоку середовища. В результаті реалізації системи нелінійних диференціальних рівнянь, отримана передатна функція за каналом: «температура місцевої води – витрата пари холодагента», що дає можливість отримати діагностичну інформацію як еталонно-ідентифікаційну, так і функціональну [2-4].

Так, наприклад, здобута еталонно - ідентифікаційна інформація дозволяє встановити межі припустимої працездатності теплонасосної системи при використанні ряду холодагентів щодо розширення знань про їх властивості в плані вибору максимальних меж працездатності в умовах управління на рівні прийняття рішень (рис. 2).

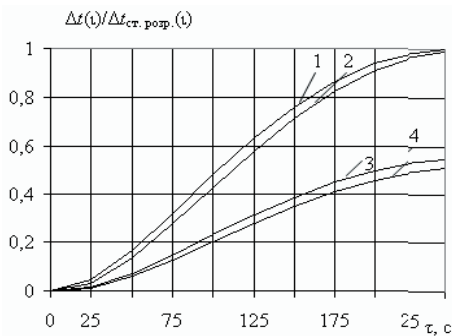


Рисунок 2. Допуски на гранично припустимість працездатності теплонасосної системи теплопостачання; 1- фреон R22; 2- фреон R114; 3- фреон R502; 4- фреон R12; t - температура місцевої води, K; τ – час, с; ст.розр. – сталерозрахункове значення параметра

3. Контроль працездатності теплонасосної системи

Розроблена логічна модель контролю працездатності теплонасосної системи на основі метода графа причинно-наслідкових зв'язків (см.рис. 3) [2-4].

Виходячи з графа причинно-наслідкових зв'язків блок контролю впливів СТ₁ здобуває повідомлення щодо зміни початкових умов функціонування теплонасосної системи, обумовлених появою впливів, що обурюють. Так, при незмінній витраті теплоносія, наприклад, змінюється температура зворотної води та температура низькопотенційного джерела енергії:

$$ES = ((D(P(\tau))(CT_1(\tau), (x_0(\tau), x_1(1)(G_v(\tau)(0), G_3(\tau)(0), t_{звор}(\tau)(-)(+), t_k(\tau)(-)(+), x_2(1)(t_{м\text{ вых}}(\tau)(0))))), Z_{c1}(\tau), \quad (1)$$

Ця інформація, що поступає від блоку контролю СТ₁, є причиною здобуття інформації від блоку контролю СТ₂ щодо зміни внутрішнього параметра, що діагностується - температури стінки конденсатора теплового насоса. Інформація, здобута від блоку СТ₂ щодо зміни температури стінки є наслідком здобуття попередньої інформації, що надходить з блоку контролю СТ₁.

$$(CT_2(\tau)(f(1)(\theta(\tau)(-)(+)(t_{звор}(\tau)(-)(+), t_k(\tau)(-)(+), t_{м\text{ вых}}(\tau)(0))))), Z_{c2}(\tau), \quad (2)$$

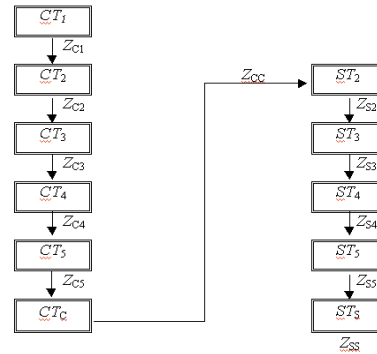


Рисунок 3. Граф причинно-наслідкових зв'язків динамічної підсистеми

СТ - контроль події; Z - логічні відносини; ST - ідентифікація події. Індокси: 1 - впливи; 2 - внутрішні параметри, що діагностуються; 3- коефіцієнти рівнянь динаміки; 4 – істотні параметри, що діагностуються; 5 – динамічні параметри; c - контроль працездатності; s- стан

Інформаційне повідомлення з блоку контролю СТ₂ щодо зміни температури стінки є причиною здобуття інформації від блоку контролю СТ₃ щодо зміни коефіцієнта передатної функції K₃, в склад якого входить значення температури стінки, що змінюється. Тобто ця генерована блоком СТ₃ інформація є наслідком попереднього інформаційного повідомлення від блоку контролю СТ₂.

$$(CT_3(\tau)(K(\tau)(R_3(\tau)(+)(-))), Z_{c3}(\tau), \quad (3)$$

Інформаційне повідомлення з блоку контролю СТ₃ щодо зміни коефіцієнта передатної функції K₃ є причиною здобуття інформації від блоку контролю СТ₄ щодо зміни істотного параметра, що діагностується – температури місцевої води (не змінюється із-за розряду чи заряду ємності, що акумулює):

$$(CT_4(\tau)(y(\tau)(t_{м\text{ вых}}(\tau)(0))), Z_{c4}(\tau), \quad (4)$$

Здобуття інформації від блоку контролю СТ₅ щодо зміни динамічних параметрів є наслідком здобуття попередньої інформації:

$$(CT_5(\tau)(d(\tau)(\Delta t(\tau) / \Delta t_{ст.розр.низ}(\tau)(-)(+))), Z_{c5}(\tau), \quad (5)$$

Інформація від блоку контролю СТ₅ є причиною для здобуття такої результуючої інформації від блоку контролю СТ_c :

$$(CT_c(\tau)(\Delta t(\tau) / \Delta t_{ст.розр.низ}(\tau) < \Delta t_{розр.рив}(\tau) / \Delta t_{ст.розр.низ}(\tau) > 0)), \quad (6)$$

$$(CT_c(\tau)(\Delta t(\tau) / \Delta t_{ст.розр.низ}(\tau) < \Delta t_{розр.рив}(\tau) / \Delta t_{ст.розр.низ}(\tau) < 0)), \quad (7)$$

$$(CT_c(\tau)(\Delta t(\tau) / \Delta t_{ст.розр.низ}(\tau) > \Delta t_{розр.рив}(\tau) / \Delta t_{ст.розр.низ}(\tau) > 1)) \quad (8)$$

4. Взаємодія динамічної підсистеми та блоку зміни режиму у складі експертної системи

Здобуття результуючої інформації (6) представляє можливість, викори-

стовуючи розряд ємності місцевої води, що акумулює, низького рівня підігріву приймати рішення на включення секції компресора щодо верхнього рівня підігріву місцевої води без використання додаткового теплового насоса при знаходженні температури місцевої води в допуску низького рівня підігріву:

$$(P(\tau)(t_k(\tau)(+)), Z_{cc}(\tau)). \tag{9}$$

Ідентифікація нових умов функціонування теплонасосної системи відбувається згідно другій частині графа причинно-наслідкових зв'язків з використанням наступних взаємовідносин знань:

$$(ST_2(\tau)(f(\tau)(\theta(\tau)) = \theta_{нов.рів.}(\tau)), Z_{s2}(\tau)), \tag{10}$$

$$(ST_3(\tau)(K_3(\tau) = K_{з.нов.рів.}(\tau)), Z_{s3}(\tau)), \tag{11}$$

$$(ST_4(\tau)(y(\tau)(t_{м.вих.}(\tau) = t_{м.вих.нов.рів.}(\tau))), Z_{s4}(\tau)), \tag{12}$$

$$(ST_5(\tau)(d(\tau)(\Delta t / \Delta t_{ст.розр.низ}(\tau) = \Delta t_{нов.рів.}(\tau) / \Delta t_{ст.розр.низ}(\tau))), Z_{s5}(\tau)), \tag{13}$$

$$(ST_{ss}(\tau)(P(\tau))). \tag{14}$$

“Новий рівень функціонування”. Це повідомлення якості завершального розширеного діагнозу поступає на вхід модуля зміни режиму: “Підтвердіть діагноз”. “Діагноз підтверджуєм” - повідомлення, що здобуте блоком зміни режиму має таке розпізнання (рис. 4):

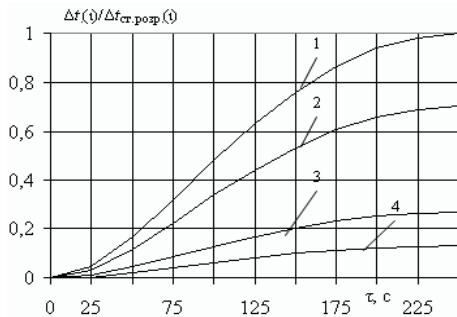


Рисунок 4. Узгодження рівня споживання теплоти з рівнем продуктивності теплового насоса

1 – гранично припустима працездатність підігріву місцевої води; 3, 2 – прийняття рішення та його ідентифікація щодо верхнього рівня підігріву; 4 – розряд низького рівня підігріву

$$R(\tau)(P_{зар}(\tau)(x_1(\tau)(G_3(\tau) = G_{знов.рів.}(\tau))), \tag{15}$$

$$(y_4(\tau)(t_{звор}(\tau) = t_{звор.нов.рів.}(\tau))), \tag{16}$$

де ES - експертна система; D - динамічна підсистема; P- властивості елементів експертної системи; Z, R- логічні відносини; x- впливи; f- параметри, що діагностуються; K- коефіцієнти математичного опису; y- вихідні параметри; d- динамічні параметри; G - витрата теплоносія, кг/с; t, θ - температура теплоносія, розподільної стінки, K; τ – час, с. Індекси: ст. - стале значення параметра; розр.- розрахункове значення параметра; вих.- вихідне значення параметра; рів.- рівень функціонування; нов.рів.- новий рівень функціонування; низ.- низький рівень підігріву місцевої води; м.- місцева вода; звор.- зворотна

вода; к. - конденсат; з - зовнішній потік - холодагент; змр- блок зміни режиму.

4. Взаємодія динамічної підсистеми та блоку заряду у складі експертної системи

Здобуття ж результируючої інформації (7) від блоку контролю представляє можливість приймати рішення щодо збільшення ємності місцевої води, що акумулює, низького рівня функціонування. Прийняття такого рішення дозволяє зберегти припустимі межі працездатності низького рівня функціонування теплопостачання для подальшого підігріву місцевої води також без додаткового теплового насоса:

$$(P(\tau)(D_3(\tau)(+)), Z_{cc}(\tau)). \tag{17}$$

“Діагноз підтверджуєм” – повідомлення, що здобуте блоком заряду після проведення ідентифікаційних заходів (10-14) має таке розпізнання: (рис. 5)

$$R(\tau)(P_{зар}(\tau)(x_1(\tau)(G_3(\tau) = G_{знов.рів.}(\tau))), \tag{18}$$

де індекс: зар. - блок заряду.

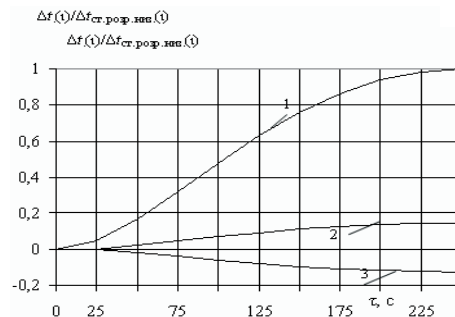


Рисунок 5. Управління зарядом

1 – гранично припустима працездатність підігріву місцевої води; 3, 2 – прийняття рішення та його ідентифікація щодо збільшення ємності місцевої води, що акумулює

4. Взаємодія динамічної підсистеми та блоку розряду у складі експертної системи

Здобуття ж результируючої інформації (8) від блоку контролю представляє можливість приймати рішення щодо зменшення ємності місцевої води, що акумулює, низького рівня функціонування.

Прийняття такого рішення дозволяє також зберегти припустимі межі працездатності низького рівня функціонування теплопостачання для подальшого підігріву місцевої води без додаткового теплового насоса.

$$(P(\tau)(D_3(\tau)(-)), Z_{cc}(\tau)). \tag{19}$$

“Діагноз підтверджуєм” – повідомлення, що здобуте блоком розряду після проведення ідентифікаційних заходів (10-14) має таке розпізнання: (рис. 5)

$$R(\tau)(P_{роз.}(\tau)(x_1(\tau)(G_3(\tau) = G_{знов.рів.}(\tau))), \tag{20}$$

де індекс: роз. - блок розряду.

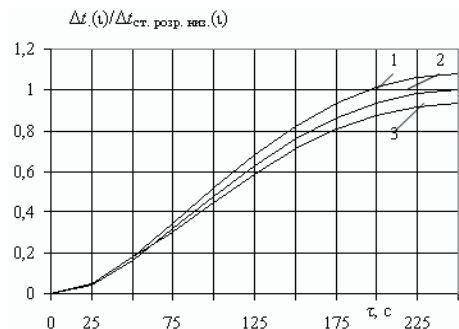


Рисунок 6. Управління розрядом
1, 3 – прийняття рішення та його ідентифікація щодо зменшення ємності місцевої води, що акумулює
2 – гранично припустима працездатність підігріву місцевої води

Висновки

Синергетичне управління теплонасосним теплопостачанням дозволяє: встановлювати межі працездатності теплонасосної системи щодо вибору холо-

дагенту; узгоджувати рівень споживання теплоти з рівнем продуктивності теплового насоса; використовувати теплову ємність місцевої води в повній мірі.

Література

1. Басок Б.И., Резакова Т.А., Чалаев Д.М. Перспективные когенерационные теплонасосные схемы геотермальной энергетики/ Промышленная теплотехника.- №2, т.28, 2006.- С 36-40.
2. Чайковская Е.Е. Управление согласованием производства и потребления теплоты на уровне принятия решений/ Восточно-Европейский журнал передовых технологий, 2/3(26), 2007.-С.16-20.
3. Чайковская Е.Е. Поддержание функционирования энергетических систем на основе интеллектуального управления тепломассобменными процессами/Труды 6-го Минского Международного Форума по тепломассобмену.- ИТМО им. А.В.Лыкова НАНБ, 8-05, 2008.-С. 1-10.
4. Чайковська Є.Є. Стефанюк В.В. Інтелектуальне управління теплонасосним теплопостачанням/Автоматика -2008: доклади ХУ міжнародної конференції з автоматичного управління, т.3.-Одеса:ОНМА.-С.31-34.

УДК 621.6

КРИТЕРИЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ БАЙПАСНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА

Л.И. Рисухин

Аспирант

Кафедра «Гидрогазодинамика»

Восточноукраинский национальный университет имени

Владимира Даля

квартал Молодежный, 20а, г. Луганск, Украина, 91034

Контактный тел.: (0642) 59-93-30

e-mail:lushtva_lena@mail.ru

Рассмотрены различные способы регулирования производительности центробежных насосов, их эффективность. Определена область применения байпасного способа регулирования, в которой его эффективность выше чем у традиционного. Предложен критерий использования байпасного способа регулирования подачи центробежного насоса

Насосостроение – одна из наиболее быстро развивающихся отраслей машиностроения, выпускаются новые насосы с более высокими параметрами, совершенствуется их конструкция. К ним предъявляют повышенные требования по безопасной экс-

плуатации, защите окружающее среды, экономичности. Эти требования находят свое отражение в конструкциях новых насосов, модернизации ранее выпускаемых, новых подходах к способам регулирования их подачи и т.д.