

Запропоновано управління теплонасосним енергопостачанням на основі інформації як міри відтворення співвідношення виробництва та споживання енергії в єдиному інформаційному просторі

Ключові слова: синергетичний принцип, експертна система, управління на рівні прийняття рішень

Предложено управление теплонасосным энергоснабжением на основе информации как меры отражения соотношения производства и потребления энергии в едином информационном пространстве

Ключевые слова: синергетический принцип, экспертная система, управление на уровне принятия решений

Control provision by energy with heat pump on base of information as measure of the reflection of production and consumptions of the energy in correlation in united information

Keywords: synergetic principle, expert system, control on decision-making level

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТЕПЛОНАСОСНОГО ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ

В. В. Стефанюк

Аспірант

Кафедра теоретичної, загальної та нетрадиційної енергетики

Енергетичний інститут Одеський національний політехнічний університет

пр. Шевченка, 1, м. Одеса, Україна, 65044

Контактний тел.: (048) 758-47-67

E-mail: vadimstefanyuk@gmail.com

1. Вступ

Запропоновано інтелектуальне управління теплонасосним теплопостачанням, що дозволяє встановлювати межі працездатності теплонасосної системи щодо вибору холодагента; узгоджувати рівень споживання теплоти з рівнем продуктивності теплового насоса при використанні теплової ємності води в повній мірі без використання додаткового теплового насоса [1,2].

2. Постановка задачі

Підтримка функціонування випарника у складі теплонасосної системи посідає особливе місце щодо необхідності повного випаровування холодагента в умовах непостійної температури низькопотенційного джерела енергії з ціллю забезпечення надійної роботи компресора. Існуючі системи виміру рівня холодагента у випарнику теплового насоса чи рівня перегріву пари на виході із випарника не завжди забезпечені якістю виміру та мають у своєму складі значні допоміжні елементи, наприклад, накопичувальні ємності, капілярні трубки, т. і.

В умовах змінної температури низькопотенційного джерела енергії управління випарником і конденсатором в теплонасосній системі потребують інтегрованого інтелектуального підходу щодо узгодження рівня подачі холодагента у випарник з ціллю надійної роботи компресора з рівнем подачі холодагента у конденсатор для узгодження виробництва та споживання енергії.

З цією ціллю запропоновано розширити експертну систему [2] включенням до складу динамічної підсистеми випарника теплового насоса.

3. Математичне моделювання динамічної підсистеми як основи експертної системи

Додатково розроблено математичну модель випарника теплового насоса щодо обраного на основі експертних знань істотного параметра, що діагностується – паровмісту холодагента у якості визначального для підтримки процесу заряду випарника. Система диференціальних рівнянь включає рівняння стану як оцінку фізичної моделі випарника, рівняння енергії передавального й сприймаючого середовищ, рівняння теплового балансу стінки випарника теплового насоса. Рівняння енергії сприймаючого середовища, розроблене щодо істотного параметра, що діагностується, 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: “паровміст робочого тіла – витрата робочого тіла”, що має такий вид:

$$W_{x-G_{x1}} = \frac{K_{x1}(1-z)}{L_{x1}K_x I_i} (1 - e^{-i s})$$

де

$$K_{x1} = \frac{m(\theta_0 - t_0)}{G_{x10}}; \beta = T_m S + \epsilon^* + 1; T_m = \frac{g_m C_m}{\alpha_{30} h_{30}} \epsilon^* = \epsilon(1 - L_{дж}^*);$$

$$\epsilon = \frac{\alpha_{в0} h_{в0}}{\alpha_{30} h_{30}}; L_{дж} = \frac{1}{L_{дж} + 1}; L_{дж} = \frac{G_{дж} C_{дж}}{\alpha_{в0} h_{в0}}; \gamma_1 = T_x S;$$

$$T_{x1} = \frac{g_{x1} C_{x1}}{\alpha_{30} h_{30}}; \xi = \frac{z}{L_{x1}}; L_{x1} = \frac{G_{x1} C_{x1}}{\alpha_{30} h_{30}}; K_x = \frac{\partial i}{\partial x} / \frac{\partial i}{\partial t}; \gamma = \frac{T_{x1} S}{L_{x1}}$$

де i – ентальпія робочого тіла, кДж /кг; C - питома теплоємність, кДж /кгК; G - витрата речовини, кг/с; S - параметр перетворення Лапласа; $T_{хл}$, T_m - постійні часу, що характеризують теплову здатність робочого тіла, металу, що акумулюють, с; g - питома маса речовини, кг/м; h - питома поверхня, м²/м; m - показник залежності коефіцієнта тепловіддачі від витрати; t - температура робочого тіла, К; x – паровміст робочого тіла; z - координата довжини теплообмінника, м; α - коефіцієнт тепловіддачі, кВт/м²К; θ - температура розподільної стінки, К. Індокси: хл - холодагент; дж - низькопотенційне джерело енергії; м - металева стінка; 0,1 - початковий стаціонарний режим, в, з – внутрішній, зовнішній потоки.

Отримана передатна функція за каналом: «паровміст холодагента – витрата пари холодагента», що в єдності з передатною функцією за каналом «температура місцевої води – витрата пари холодагента» для конденсатора теплового насоса [2], представляє можливість отримати інтегровану діагностичну інформацію як еталонно-ідентифікаційну, так і функціональну.

4. Контроль працездатності теплонасосної системи

Розширена динамічна підсистема на основі запропонованого метода графа причинно-наслідкових зв'язків виконує функції контролю працездатності конденсатора [2] і випарника теплового насоса в інтегрованій єдності.

Так, на основі метода графа причинно-наслідкових зв'язків [1] (рис. 1.) додатково розроблена логічна модель управління випарником теплового насоса на рівні прийняття рішень.

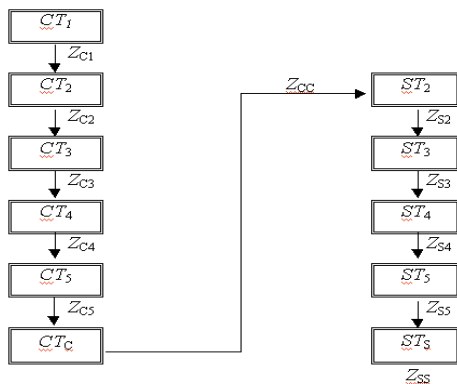


Рис. 1. Граф причинно-наслідкових зв'язків динамічної підсистеми

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; с - контроль працездатності; s- стан

Виходячи з графа причинно-наслідкових зв'язків блок контролю впливів CT_1 здобуває повідомлення щодо зміни початкових умов функціонування випарника теплонасосної системи, обумовлених появою впливів, що обурюють. Так, при незмінній витраті теплоносія температура низькопотенційного джерела енергії:

$$ES = ((D(P(\tau)(CT_1(\tau), (x_0(\tau), x_1(\tau)(G_{хл}(\tau)(0), G_{хл}(\tau)(0), t_{хл}(\tau)(-)(+))))), Z_{c1}(\tau),$$

Ця інформація, що поступає від блоку контролю CT_1 , є причиною здобуття інформації від блоку контролю CT_2 щодо зміни внутрішнього параметра, що діагностується - температури стінки випарника теплового насоса. Інформація, здобута від блоку CT_2 щодо зміни температури стінки є наслідком здобуття попередньої інформації, що надходить з блоку контролю CT_1 .

$$(CT_2(\tau)(f(\tau)(\theta(\tau)(-)(+)(t_{хл}(\tau)(-)(+))))), Z_{c2}(\tau),$$

Інформаційне повідомлення з блоку контролю CT_2 щодо зміни температури стінки є причиною здобуття інформації від блоку контролю CT_3 щодо зміни коефіцієнта передатної функції $K_{хл}$, в склад якого входить значення температури стінки, що змінюється. Тобто ця генерована блоком CT_3 інформація є наслідком попереднього інформаційного повідомлення від блоку контролю CT_2 .

$$(CT_3(\tau)(K(\tau)(K_{хл}(\tau)(-)(+))), Z_{c3}(\tau),$$

Інформаційне повідомлення з блоку контролю CT_3 щодо зміни коефіцієнта передатної функції $K_{хл}$, є причиною здобуття інформації від блоку контролю CT_4 щодо зміни істотного параметра, що діагностується – паровмісту холодагента:

$$(CT_4(\tau)(y(\tau)(\Delta x(\tau)(-)(+))), Z_{c4}(\tau),$$

Здобуття інформації від блоку контролю CT_5 щодо зміни динамічних параметрів є наслідком здобуття попередньої інформації:

$$(CT_5(\tau)(d(\tau)(\Delta x(\tau) / \Delta x_{ст.розр}(\tau)(+)(-))), Z_{c5}(\tau),$$

Інформація від блоку контролю CT_5 є причиною для здобуття такої результуючої інформації від блоку контролю CT_c

$$(CT_c(\tau)(\Delta x(\tau) / \Delta x_{ст.розр}(\tau) > \Delta x_{розр.рив}(\tau) / \Delta x_{ст.розр}(\tau))), (1)$$

$$(CT_c(\tau)(\Delta x(\tau) / \Delta x_{ст.розр}(\tau) < \Delta x_{розр.рив}(\tau) / \Delta x_{ст.розр}(\tau))), (2)$$

що представляє можливість змінювати рівень подачі холодагента через випарник теплового насоса:

$$(P(\tau)(G_{хл}(\tau)(+)(-))), Z_{cc}(\tau),$$

де ES- експертна система; D - динамічна підсистема; P - властивості елементів експертної системи; Z- логічні відносини; СТ - контроль події; x- впливи; f - параметри, що діагностуються; K- коефіцієнти математичного опису; y - вихідні параметри; d - динамічні параметри; τ – час, с. Індокси: 0, 1, 2 - початковий стан, зовнішній, внутрішній характер впливів; 3 - коефіцієнти рівнянь динаміки; 4- суттєві параметри, що діагностуються; 5 - динамічні параметри; с - контроль працездатності; ст. розр. - сталі розрахункові значення параметра; рив.- рівень функціонування.

Так, наприклад, при зниженні температури низькопотенційного джерела енергії на основі контролю працездатності випарника теплового насоса здобуття результуючої інформації (1) щодо зміни паровмісту холодагента представляє можливість прийняти рішення про збільшення рівня його подачі для повного випаровування з ціллю забезпечення надійної роботи компресора (рис. 2):

$$(P(\tau)(G_{\text{хл}}(\tau)(+)), Z_{\text{св}}(\tau)).$$

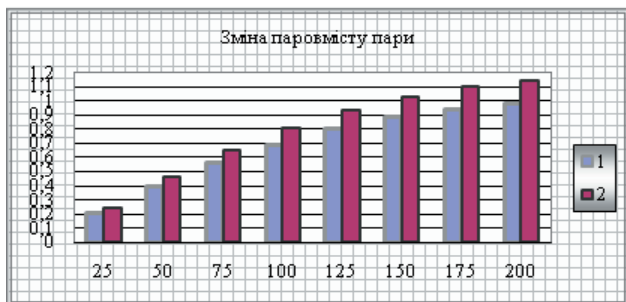


Рис. 2. Підтримка функціонування випарника на рівні прийняття рішень

1 – гранично припустима працездатність випарника та ідентифікація прийняття рішення; 2 – діагностування збільшення витрати холодагента

При зниженні температури низькопотенційного джерела енергії контроль працездатності конденсатора теплового насоса [2] представляє можливість на основі здобутої результуючої інформації також прийняти рішення про збільшення витрати холодагента 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 без додаткового теплового насоса.

При підвищенні температури низькопотенційного джерела енергії на основі контролю працездатності випарника теплового насоса можливо отримати ре-

зультуючу інформацію (2) щодо зміни паровмісту холодагента, що представляє можливість прийняти рішення про зменшення рівня його подачі для повного випаровування з ціллю забезпечення надійної роботи компресора (рис. 3):

$$(P(\tau)(G_{\text{хл}}(\tau)(-)), Z_{\text{св}}(\tau)).$$

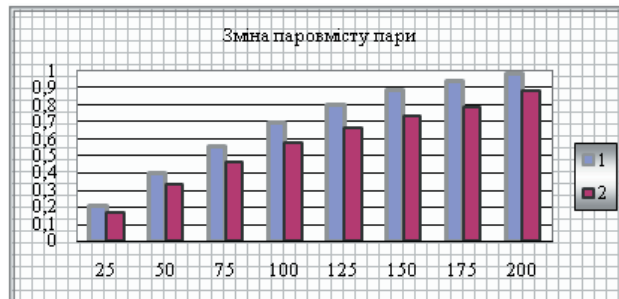


Рис. 3. Підтримка функціонування випарника на рівні прийняття рішень

1 – гранично припустима працездатність випарника та ідентифікація прийняття рішення; 2 – діагностування зменшення витрати холодагента

При підвищенні температури низькопотенційного джерела енергії контроль працездатності конденсатора теплового насоса [2] представляє можливість також прийняти рішення про зменшення витрати холодагента, що також представляє можливість подальшого підігріву місцевої води без додаткового теплового насоса.

4. Висновки

В результаті інтегрованого інтелектуального управління теплонасосним енергопостачанням можливо, забезпечуючи надійність роботи компресора теплового насоса, узгоджувати рівень споживання теплоти з рівнем продуктивності теплового насоса при використанні теплової ємності місцевої води в повній мірі.

Література

1. Чайковская Е.Е. Поддержание функционирования энергетических систем на основе интеллектуального управления тепло-массообменными процессами /Труды 6-го Минского Международного Форума по теплообмену.- ИТМО им. А.В.Лыкова НАНБ, 8-05, 2008.- С. 1-10.
2. Стефанюк В.В. Управление теплонасосным теплопостачанням на рівні прийняття рішень // Восточно-Европейский журнал передовых технологий, 2009.- №1/3 (37).- С. 32-35.