

Інтегроване інтелектуальне управління випарником та компресором у складі теплонасосної системи

Є.Є.Чайковська¹, В.В.Стефанюк¹

Анотація — 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.

Ключові слова – synergetic principle, expert system, control on decision-making level.

I. ВСТУП

В результаті інтегрованого інтелектуального управління теплонасосним енергопостачанням запропоновано узгоджувати рівень споживання теплоти з рівнем продуктивності теплового насоса на основі експертної системи, основою якої є динамічні підсистеми – випарник та конденсатор [1,2]. 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 управління на основі 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 ємкості, капілярні трубки, т.і. Використання сигналу за зміною витрати пари холодагента в компресорі теплового насоса ускладнено коливальним характером зміни витрати пари.

II. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

В умовах змінної температури низькопотенційного джерела енергії управління випарником і компресором в теплонасосній системі потребує інтегрованого інтелектуального підходу щодо узгодження рівня подачі холодагента у випарник з ціллю його повного випаровування з рівнем стиску пари у компресорі теплового насоса щодо економії електроенергії.

III. РІШЕННЯ ЗАДАЧІ

З цією ціллю запропоновано розширити реалізовану експертну систему випарника та конденсатора теплового насоса за рахунок нової динамічної підсистеми – компресора теплового насоса. Розроблено математичну модель компресора теплового насоса щодо істотного параметра, що діагностується – витрати пари холодагента. Отримано нову передатну функцію за каналом: «витрата пари холодагента – тиск пари холодагента», що в єдності з передатною функцією за

каналом «паровміст холодагента – витрата холодагента» для випарника теплового насоса представляють можливість отримати інтегровану діагностичну інформацію як еталонно-ідентифікаційну, так і функціональну. Передатна функція за каналом «витрата пари холодагента – тиск пари холодагента» має такий вид:

$$W_{G-p1} = \frac{\chi_p S}{\gamma} (1 - e^{-\gamma \xi}), \quad (1),$$

де

$$\chi_p = -f \frac{\partial p}{\partial V}; \quad \gamma = \frac{(T_B S + 1) \beta - 1}{L_B \beta};$$

$$T_B = \frac{g_B C_B}{\alpha_{B0} h_{B0}}; \quad \beta = T_M S + \varepsilon^* + 1; \quad T_M = \frac{g_M C_M}{\alpha_{M0} h_{M0}}; \quad \varepsilon^* = \varepsilon (4L_3^*);$$

$$\varepsilon = \frac{\alpha_{30} h_{30}}{\alpha_{B0} h_{B0}}; \quad L_3^* = \frac{1}{L_3 + 1}; \quad L_3 = \frac{G_3 C_3}{\alpha_{30} h_{30}};$$

$$\chi = \frac{(T_B S + 1) \beta - 1}{\beta}; \quad \xi = \frac{z}{L_B},$$

де p - тиск робочого тіла, МПа; α - коефіцієнт тепловіддачі, кВт/м²К; C - питома теплоємність, кДж/кгК; G - витрата речовини, кг/с; V - об'єм, м³; g - питома маса речовини, кг/м; h - питома поверхня, м²/м; f - перетин для проходження робочого тіла, м²; z - координата довжини теплообмінника, м; T_B, T_M - постійні часу, що характеризують теплову здатність робочого тіла, металу, що акумулюють, с. Індекси: 0 - вихідний стаціонарний режим; 1 - вхід в теплообмінник; в - внутрішній потік; м - металева стінка; з - зовнішній потік. S - параметр перетворення Лапласа.

Розширена динамічна підсистема на основі запропонованого метода графа причинно-наслідкових зв'язків [1,2] виконує функції контролю працездатності випарника та компресора теплового насоса в інтегрованій єдності. Так, контроль працездатності випарника теплового насоса на основі здобуття, наприклад, такої результуючої інформації:

$$\begin{aligned} & (CT_c (\vartheta) (\Delta x) (\tau) (\Delta x_{ст.розр} (\vartheta) > \\ & \Delta x_{розр.рив.} (\vartheta) / \Delta x_{ст.розр.} (\vartheta)), \end{aligned} \quad (2)$$

¹ Одеський національний політехнічний університет, пр. Шевченка, 1, 65069, Україна, E-mail: echaikovskaya@list.ru

дозволяє встановити рівень подачі холодагента через випарник теплового насоса щодо його повного випаровування при зменшенні температури низькопотенційного джерела енергії (рис. 1,2), що підтверджено аналізом теплообміну у випарнику теплового насоса (рис. 1).

$$(P(\partial(G_{xl}(\partial(+))), Z_{cc}(\partial). \quad (3)$$

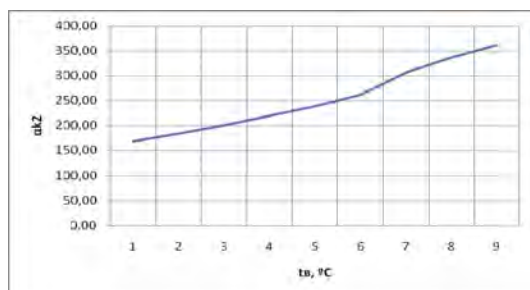


Рис.1. Зміна коефіцієнта тепловіддачі від стінки випарника до холодагента у випарнику теплового насоса в залежності від температури низькопотенційного джерела енергії

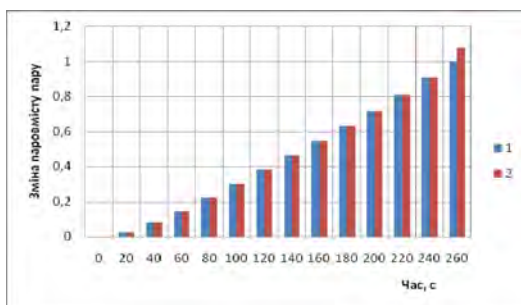


Рис.2. Підтримка функціонування випарника на рівні прийняття рішень
1 – гранично припустима працездатність випарника та ідентифікація прийняття рішення;
2 – діагностування збільшення витрати холодагента

На основі прийняття рішень щодо контролю працездатності випарника теплового насоса можливо встановити рівень витрати пари в залежності від температури низькопотенційного джерела енергії (рис.3).

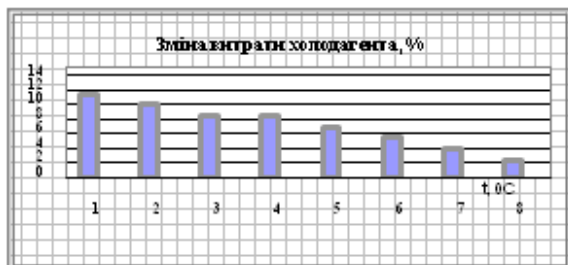


Рис.3. Зміна витрати холодагента щодо повного випаровування у випарнику теплового насоса в залежності від температури низькопотенційного джерела енергії

Здобуття ж результатуючої інформації на основі контролю працездатності компресора теплового насоса:

$$(CT_C(\tau), (\Delta G(\tau)/\Delta G_{\text{макс.розр.верх}}(\tau)) < \Delta G_{\text{розр.}}(\tau)/\Delta G_{\text{макс.розр.верх}}(\tau), \quad (4)$$

дозволяє приймати рішення щодо встановлення рівня стиску пари холодагента, витрата якої визначена у випарнику теплового насоса. Прийняття рішення направлені на підтримку заряду пари у компресорі щодо економії електроенергії (рис.4):

$$(P(\tau)(w(\tau)(-)), Z_{cc}(\tau). \quad (5)$$

де СТ - контроль події; P- властивості елементів експертної системи; Z- логічні відносини; x- паровміст холодагента; G – витрата холодагента, кг/с; w- потужність компресора, кВт; t – час, с. Індекси: с - контроль працездатності; xl - холодагент; макс. розр. верх- максимальне розрахункове значення параметра верхнього рівня функціонування; розр. рів.- розрахункове значення параметра рівня функціонування.

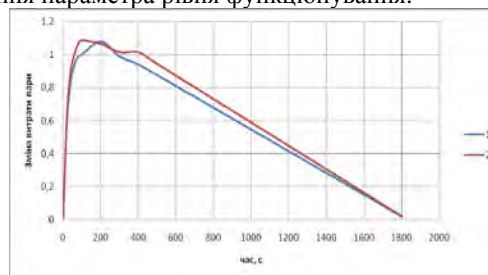


Рис.4. Підтримка функціонування компресора на рівні прийняття рішень
1 – гранично припустима працездатність компресора;
2 – діагностування збільшення витрати пари

III. ЗАКЛЮЧЕННЯ

Узгодження працездатності випарника та компресора теплового насоса на рівні прийняття рішень дозволяє забезпечити як надійну роботу компресора, так і економію електроенергії щодо стиску пари холодагента.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Чайковская Е.Е. Поддержание функционирования энергетических систем на основе интеллектуального управления тепломассобменными процессами [Текст] /Е.Е. Чайковская, Труды 6-го Минского Международного Форума по тепломассобмену.- ИТМО им. А.В.Лькова НАНБ, 8-05, 2008.- С. 1-10.
2. Чайковська Є.Є., Інтегроване інтелектуальне управління теплонасосним енергопостачанням [Текст] Є.Є. Чайковська, В.В. Стефанюк // Тези доповідей 17 Міжнар. конф. з автоматичного управління: Автоматика -2010, т.2, Харків, 2010.-С. 204-205.