

ПІДТРИМКА ФУНКЦІОНУВАННЯ ГАЗОТУРБІННОЇ КОГЕНЕРАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ НА БІОГАЗОВОМУ ПАЛИВІ

Анотація. Запропоновано структурну схему підтримки температури мережевої води в умовах функціонування газотурбінної когенераційної системи на біогазовому паливі при використанні теплового насоса, для якого низькопотенційним джерелом енергії є зброджене сусло. Прийняття рішень на зміну кількості пластин теплоутилізатора при вимірюванні температури газів на вході в теплоутилізатор та температури зворотної води дозволяє, наприклад, при функціонуванні когенераційної системи потужністю 65,5 МВт знизити собівартість виробленої енергії до 20–30%.

Ключові слова. Підтримка функціонування, когенераційна система, прийняття рішень.

Вступ. В умовах функціонування когенераційних систем з використанням біогазу особливого підходу потребує підтримка співвідношення виробництва електричної енергії та теплоти при цілодобовому функціонуванні біогазових установок та не постійності споживання енергії [1–3]. Розроблено енергозберігаючу технологію функціонування біогазової установки з використанням теплового насоса, низькопотенційним джерелом енергії для якого є зброджене сусло [2].

Мета роботи. Розробити структурну схему підтримки температури мережевої води у складі динамічної системи: газотурбінна когенераційна установка – теплоутилізатор щодо прийняття рішень на зміну поверхні теплообміну теплоутилізатора в умовах підтримки функціонування біогазової установки з використанням теплового насоса.

Основна частина роботи. Запропоновано прогнозування зміни температури мережевої води при вимірюванні температури газів на вході в теплоутилізатор та температури зворотної води. Обрано вихідні дані газотурбінної когенераційної системи типу UGT 25000С сумарною потужністю 65,5 МВт. Теплоутилізатор – пластинчастий теплообмінник типу PO,35-F-1,6/1,0-1 з прокладками типу ПОН-500/Т. Розроблена математична модель динаміки системи: газотурбінна когенераційна установка □ теплоутилізатор [3]. Передатна функція за каналом: «температура мережевої води – температура газів», що здобута в результаті рішення системи нелінійних диференціальних рівнянь, дозволяє оцінювати зміну температури мережевої води як у часі, так і вздовж довжини теплоутилізатора при зміні температури газів. Встановлено наступні рівні функціонування газотурбінної когенераційної системи відповідно зміні температури газів на вході в теплоутилізатор та на виході з теплоутилізатора: перший рівень: 490 °С...93 °С; другий рівень: 480 °С...93 °С; третій рівень: 470 °С...93 °С. Встановлені рівні функціонування відповідають зміні кількості пластин: 36, 38, 40 та зміні витрати газів: 79,8 кг/с, 81,9 кг/с, 84,1 кг/с, відповідно. На основі математичного опису підтримки функціонування теплоутилізатора [3] можливо отримати функціональну підсумкову інформацію (1-4) (рис.1). Наприклад, отримано підсумкову інформацію (1), (2), що характеризує розряд чи заряд біогазової установки, відповідно, та супроводжується зменшенням чи збільшенням потужності компресора теплового насосу:

$$(CT_c(\tau)(\Delta t(\tau) / \Delta t_{c.p.p.}(\tau) < \Delta t_{c.p.p.ривн.}(\tau) / \Delta t_{c.p.p.}(\tau) > 0)), \quad (1)$$

$$(CT_c(\tau)(\Delta t(\tau) / \Delta t_{c.p.p.}(\tau) > \Delta t_{c.p.p.ривн.}(\tau) / \Delta t_{c.p.p.}(\tau) > 0)), \quad (2)$$

де t – температура мережевої води, К; CT – контроль події; τ – час, с. Індокси: c – контроль працездатності; $c.p.p.$, $c.p.p.рив.$ – статне розрахункове значення температури мережевої води першого рівня функціонування, рівня функціонування, відповідно. В цих умовах необхідно прийняти рішення на заряд чи розряд когенераційної системи щодо зміни поверхні теплообміну теплоутилізатора на основі зміни кількості пластин (рис. 1). Здобута ж підсумкова інформація щодо оцінки зміни температури мережевої води:

$$(CT_c(\tau)(\Delta t(\tau) / \Delta t_{c.p.p.}(\tau) \leq 0) \quad (3)$$

прогнозує не припустиму зміну температури мережевої води, якщо температура газів знаходиться в межах 180–93 °С. Такі умови потребують прийняття рішення на підтримку відвантаження збродженого сусла та завантаження свіжого матеріалу з використанням інформаційної оцінки:

$$(CT_c(\tau)(\Delta t(\tau) / \Delta t_{c.p.п.}(\tau) \geq 1) \quad (4)$$

щодо входження в допуск першого рівня функціонування когенераційної системи на основі підключення 36 пластин теплоутилізатора та підтримки функціонування біогазової установки.

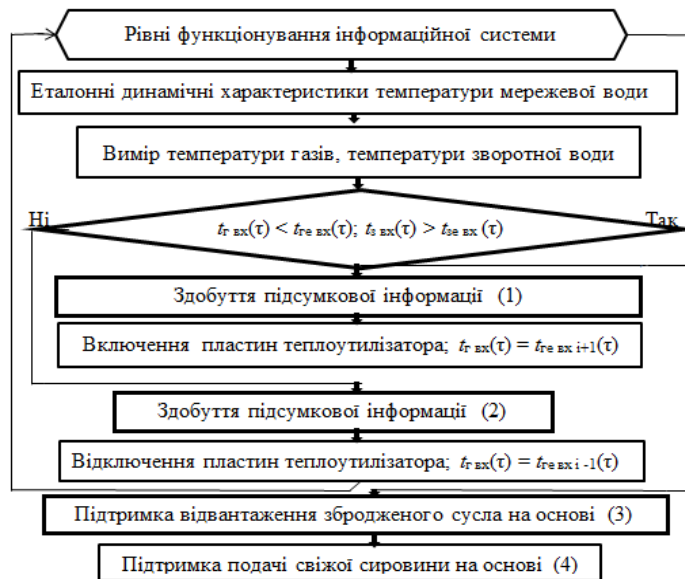


Рис. 1. Структурна схема прийняття рішень щодо підтримки функціонування когенераційної газотурбінної системи на біогазовому паливі

На рис. 1: $t_{г\text{ вх}}, t_{ге\text{ вх}}$ – функціональна та еталонна температура газів на вході в теплоутилізатор, К; $t_{з\text{ вх}}, t_{зе\text{ вх}}$ – функціональна та еталонна температура зворотної води на вході в теплоутилізатор, К; τ – час, с; i – число рівнів функціонування

Висновки. Розроблена структурна схема дозволяє здобути інтегровану оцінку зміни температури мережевої води [3], що базується на запропонованій технології виробництва біогазу з використанням теплового насоса, для якого низькопотенційним джерелом енергії є зброджене сусло. Саме ця технологія за рахунок додаткового вироблення біогазу дозволяє підвищити товарність біогазової установки та знизити собівартість виробництва електричної енергії та теплоти в межах 20–30 % [2].

Література

1. Rade M. Ciric, Kuzmanovic Zoran. Techno-Economic Analysis of Biogas Powered Cogeneration[Text]. M. Ciric Rade, Zoran Kuzmanovic //Journal of Automation and Control Engineering. – 2014. Vol. 2, Issue 1. pp. 89–93. doi: 10.12720/joace.2.1.89-93.
2. Chaikovskaya E. Devising an energy saving technology for a biogas plant as a part of the cogeneration system [Text] / E. Chaikovskaya // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies.–2015. – 3/8 (75).– p. 47 – 53. doi: 10.15587/1729-4061.2015.44252.
3. Чайковська Є. Є. Комплексне моделювання газотурбінної когенераційної системи на біогазовому паливі. [Текст] / Є.Є. Чайковська // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування. Харків: НТУ «ХПІ»). – 2018). – № 13(1289). – С. 72–76. ISSN 2078-774X. doi: 10.20998/2078-774X.2018.13.13.