

Сумарний недовідпуск електричної енергії буде складати

$$\Delta W_{\Sigma}^{2,LP} = \Delta W_{1\Sigma} + \Delta W_{2\Sigma} + \Delta W_{3\Sigma} = P_{\Sigma} \cdot L_{1\Sigma} \cdot \Delta_1 + (P_{\Sigma} - P_{1\Sigma}) \cdot L_{2\Sigma} \cdot \Delta_1'' + P_{3\Sigma} \cdot L_{3\Sigma} \cdot \Delta_1' \quad (2.9)$$

Зниження недовідпуску електроенергії

$$\delta w^{2,LP} = \Delta W_{\Sigma} - \Delta W_{\Sigma}^{2,LP} = P_{\Sigma} \cdot (L_{\Sigma} - L_{1\Sigma}) \cdot \Delta_1 - (P_{\Sigma} - P_{1\Sigma}) \cdot L_{2\Sigma} \cdot \Delta_1'' - P_{3\Sigma} \cdot L_{3\Sigma} \cdot \Delta_1' \quad (2.10)$$

Отримана формула є цільовою функцією зниження недовідпуску електричної енергії споживачам при секціонуванні електричної мережі за допомогою двох автоматичних роз'єднувачів встановлених на магістралі. Досліджуючи дану функцію на мінімум можна отримати раціональні місця встановлення автоматичних секціонуючих роз'єднувачів.

ВИСНОВКИ:

1. Запропонований підхід щодо автоматизації розподільних електричних мереж напругою 6-10 кВ з використанням роз'єднувачів нового покоління дозволяє суттєво підвищити надійність електропостачання споживачів та знизити експлуатаційні витрати при несуттєвих капітальних вкладеннях в електричну мережу у порівнянні з використанням для цієї мети вакуумних реклоузерів.

2. Запропонований метод секціонування стане можливим після модернізації роз'єднувачів типу РЛК-10 з оснащенням приводу накопичувачем енергії. Подібне технічне рішення не потребує улаштування каналів зв'язку між живлячою ПС і секціонуючими КА.

3. Основними недоліками даного підходу являється складна організація релейного захисту розподільних мереж та затягування витримок часу у зв'язку з роботою автоматики.

Список використаних джерел

1. Діхтярук І. В. Автоматичне секціонування розподільних електричних мереж напругою 6–10 кВ із застосуванням роз'єднувачів нового покоління / Р. О. Буйний, І. В. Діхтярук, В. В. Зорін // Технічна електродинаміка – 2014. – № 3. – С. 70-75.

УДК 621.31

ЧАСТОТНЕ УПРАВЛІННЯ ТЕПЛОНАСОСНИМ ЕНЕРГОПОСТАЧАнням СУШИЛЬНОЇ СИСТЕМИ

Гречка О.Г., студ. гр. ТН-1505

Науковий керівник: Чайковська Є.Є., к.т.н., с.н.с., доцент

Одеський національний політехнічний університет

Вступ. Розроблена енергозберігаюча технологія підтримки функціонування сушильної установки у складі когенераційної системи щодо виробництва пелетного палива. Запропонована інтегрована система прийняття рішень на зміну витрати повітря, що подається в теплообмінник підігріву, на основі зміни частоти обертання електродвигуна повітряного вентилятора [1].

Розроблено інтегровану систему підтримки функціонування теплонасосного енергопостачання на основі прогнозування зміни температури місцевої води. Зміна витрати пари холодагента, числа обертів електродвигуна компресора відбувається при вимірюванні температури холодагента на виході із конденсатора, тиску випаровування, тиску конденсації та частоти напруги [2].

Мета роботи. Розробити інформаційну систему частотного управління компресором теплового насоса у складі сушильної системи щодо виробництва пелетного палива.

Основна частина. З використанням методологічного та математичного обґрунтування архітектури технологічних систем [2, 3] представлена архітектура сушильної системи, що базується на динамічній основі – інтегрованій динамічній підсистемі, до складу якої входять такі складові: сушильна камера, тепловий насос та повітряний вентилятор. Запропоновано математичне обґрунтування архітектури сушильної системи [4]:

$$DS = \left\{ \left[D(P(\tau) \langle x_0(\tau), x(\tau), f(\tau), K(\tau), y(\tau), d(\tau) \rangle), R(\tau), P(\tau) \right), \right. \\ \left. Z(\tau), (P_i(\tau) \langle x_i(\tau), f_i(\tau), K_i(\tau), y_i(\tau) \rangle) \right\},$$

де DS – сушильна система; D – динамічна підсистема; P – властивості елементів сушильної системи; τ – час; x – впливи; f – параметр, що вимірюється: температура повітря на виході із сушильної камери; K – коефіцієнти математичного опису динаміки зміни вологовмісту повітря у сушильній камері; y – вихідний параметр: аналітична оцінка зміни вологовмісту повітря; d – динамічний параметр: оцінка зміни вологовмісту повітря; R, Z – логічні відносини в D щодо контролю працездатності сушильної системи; в DS щодо прийняття рішень на зміну частоти обертання повітряного вентилятора в узгодженні із зміною витрати холодагента, відповідно. Індекси: i – число елементів сушильної системи; 0, 1, 2 – початковий стаціонарний режим, зовнішній, внутрішній характер впливів.

Для підтримки функціонування сушильної системи на основі узгодження частотного управління електродвигуном компресора теплового насоса та повітряного вентилятора щодо сушки деревини запропоновано структурну схему (рис. 1). Розроблено математичне обґрунтування частотного управління:

$$FCHP(\tau) = \left\{ \left[IDS(\tau)(PIDS(\tau)(sd(\tau), lp(\tau), lf(\tau), fd(\tau))) \right], \left[x_0(\tau), x_1(\tau), x_2(\tau), f(\tau), K(\tau), y(\tau, z), d(\tau) \right], Z(\tau), C(\tau)(pr(\tau), ((f(\tau), n(\tau)))PIDS(\tau)) \right\},$$

де $FCHP(\tau)$ – частотне управління теплонасосним енергопостачанням; $IDS(\tau)$ – інтегрована динамічна підсистема; $PIDS(\tau)$ – властивості елементів інтегрованої динамічної підсистеми; τ – час, с; $sd(\tau)$ – вихідні дані (тип теплового насосу, теплопродуктивність, споживана електрична потужність, напруга, частота напруги, струм); $lp(\tau)$ – гранична зміна параметрів (температури низькопотенційного джерела енергії - повітря, температури холодагента на виході із випарника, температури пари холодагента на вході в конденсатор, температури місцевої води на виході із конденсатора); $lf(\tau)$ – рівні функціонування; $fd(\tau)$ – здобуті параметри (температура випаровування, витрата холодагента, електрична потужність компресора, напруга, частота напруги, число обертів електродвигуна компресора, продуктивність системи для встановлених рівнів функціонування; z – координата довжини, м; $x(\tau)$ – впливи; $f(\tau)$ – параметри, що діагностуються (частота напруги, тиск випаровування холодагента); $K(\tau)$ – коефіцієнти математичного опису динаміки температури місцевої води; $y(\tau, z)$ – зміна температури місцевої води; $d(\tau)$ – динамічні параметри температури місцевої води; $Z(\tau)$ – логічні відносини в $IDS(\tau)$; $C(\tau)$ – контролер; $pr(\tau)$ – параметр, що прогнозується (витрата низькопотенційного джерела енергії, витрата холодагента); f – частота напруги; n – число обертів електродвигуна компресора, повітряного вентилятора. Індеси: 0, 1, 2 – початковий стаціонарний режим, зовнішній, внутрішній характер впливів.

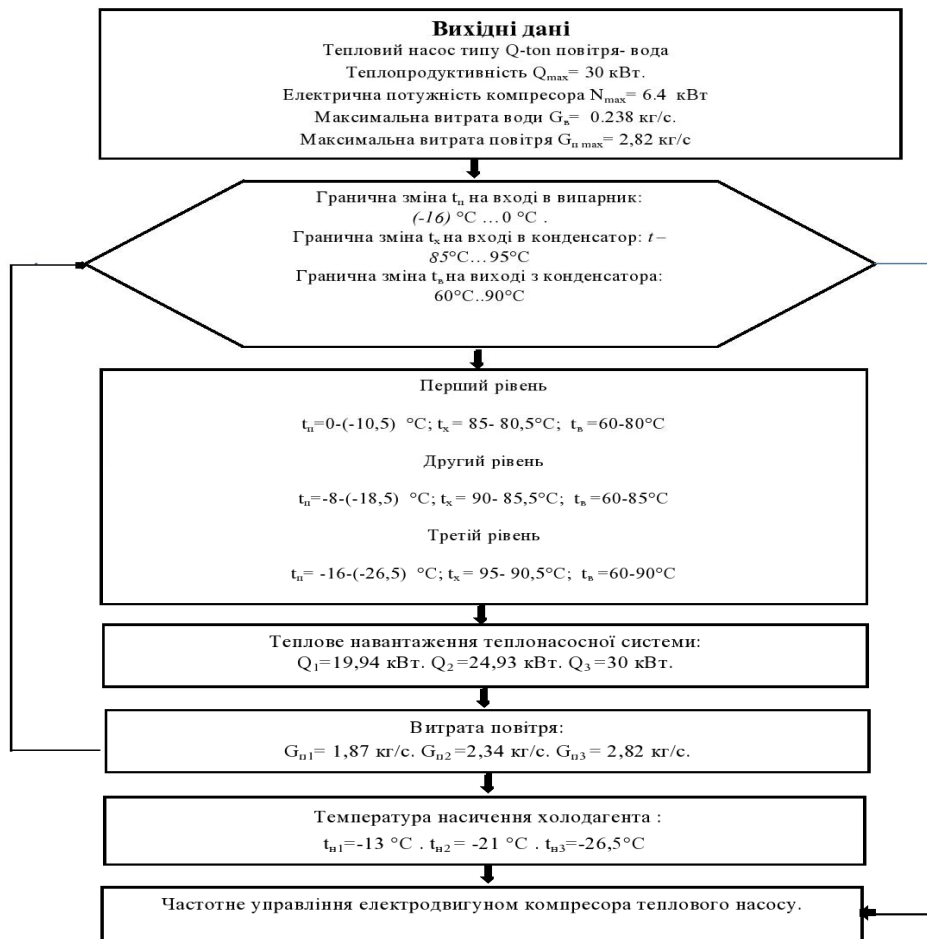


Рис. 1. Структурна схема частотного управління теплонасосним енергопостачанням сушильної системи: t_p , t_k , t_v – температура повітря як низькопотенційного джерела енергії для теплового насоса, холодагента, води, що нагрівається, °C

Представлені результати можуть бути використані в удосконаленні інтелектуальних систем управління функціонуванням теплонасосних систем у складі виробництва пелетного палива [2-4].

Висновки. Удосконалення узгодження температурного та аеродинамічного режимів сушки деревини на основі частотного управління теплонасосним енергопостачанням надає можливість здобути грошову економію електроенергії до 30 %.

Список використаних джерел

1. Shuang Jiang Air-Source Heat Pump Systems // Energy Systems in Green Buildings . 2017. p.1 – 44. doi.org/10.1007/978-3-662-49088-4_2-1.
2. Chaikovskaya Eugene. Development of energy-saving technology maintaining the functioning of a drying plant as a part of the cogeneration system. doi: 10.15587/1729-4061.2016.72540. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies NO 3/8 (81) (2016) / P.42-46.
3. Chaikovskaya, Eugene. Development of energy-saving technology for maintaining the functioning of heat pump power supply. doi: 10.15587/1729-4061.2018.139473. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, Vol. 4, NO 8 (94). (2018) / P. 13–23.
4. Чайковська С.С., Гречка О.Г. Математичне обґрунтування архітектури сушильної системи. Інформаційні технології в моделюванні: Матеріали IV-ої Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених (21-22 березня 2019 р., м. Миколаїв). – Миколаїв, МНУ В.О.Сухомлинського, 2019). – С. 22– 23.

УДК 621.311.1

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ ФОРМУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ЗВ'ЯЗКІВ МІЖ ВУЗЛАМИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ

Куриленко О.В., студ. гр. ЕМ-171

Науковий керівник: Кулько Т.В., к.т.н.

Чернігівський національний технологічний університет

При проектуванні електричних мереж в сучасних ринкових умовах значної актуальності набуває задача зниження вартості їх будівництва при забезпеченні надійності електропостачання, зниженні витрат на транспортування електричними мережами та забезпеченні якості електроенергії, що постачається споживачам. Цього можна досягти різними шляхами, один з яких є скорочення сукупної протяжності електричних мереж.

Досягти скорочення сукупної протяжності електричних мереж на стадії проектування можна шляхом застосування теорії графів, що дозволяє знаходити найкоротші шляхи між вершинами графу. Для цього необхідно представити електричну мережу у вигляді графу, тобто множини вершин і множини ребер, що з'єднують деякі або всі пари вершин [1]. Математична модель електричної мережі може бути представлена у вигляді графа, вершини якого відповідають вузлам-джерелам живлення та вузлам навантаження, а ребра графа відповідають можливим електричним зв'язкам. Ребра графа присвоюють певні значення. Вагу кожного ребра можна інтерпретувати не лише як відстань, але й як іншу метрику.

Задача про найкоротший шлях полягає в знаходженні найкоротшого шляху від заданої початкової вершини до заданої кінцевої вершини, за умови, що такий шлях існує [2]. Грехем і Хелл в статті «On the history of the minimum spanning tree problem» [3] починають відлік історії пошуку найкоротшого шляху з роботи Чекановського 1909 року. Перший і, напевно, найпростіший алгоритм пошуку мінімального остового дерева належить Боруvcі, який в 1926 році, набагато раніше, ніж з'явилися перші комп'ютери, і навіть раніше, ніж була створена конструктивна теорія графів, представив своє рішення даної задачі. Трохи пізніше, в 1938 році Шоку, а потім Флорек, Лукасевич, Перкал, Штейнгауз, Зубжицький в 1951 році і Солліне на початку шістдесятих знову перевідкривають алгоритм.

Найбільш ефективними алгоритмами знаходження найкоротшого шляху вважають [4]:

- алгоритм Дейкстри (використовується для знаходження оптимального маршруту між двома вершинами);
- алгоритм Беллмана-Форда (для знаходження оптимального маршруту між усіма парами вершинами);
- алгоритм Флойда-Уоршала (для знаходження найкоротшого шляху між парами вершин).

Одним з найбільш відомих є алгоритм Дейкстри – це алгоритм на графах, винайдений нідерландським вченим Едсгером Дейкстром в 1959 році. Він дозволяє знаходити найкоротший шлях від однієї з вершин графа до всіх інших.

Алгоритм Беллмана-Форда носить ім'я двох американських вчених: Річарда Беллмана і Лестера Форда. Форд фактично винайшов цей алгоритм в 1956 році при вивченні іншої математичної задачі, підзадача якої зветься до пошуку найкоротшого шляху на графі. Беллман в 1958 році опублікував статтю, присвячену конкретно вирішенню завдання знаходження найкоротшого шляху, і в цій статті він чітко сформулював алгоритм у тому вигляді, в якому він відомий зараз.

Інший відомий алгоритм Флойда-Уоршала – це приклад динамічного програмування. Він був опублікований у звичній сьогодні формі Робертом Флойдом у 1962 році. Проте, це практично той же алгоритм, що був опублікований Бернардом Роем у 1959 році та Стефаном Маршалом у 1962 році для знаходження транзитивного замикання в графі, і є досить тісно пов'язаним з алгоритмом Кліні (опублікованим у 1956 році) для перетворення детермінованих скінченних автоматів у регулярні вирази. Сучасне формулювання алгоритму, як трьох вкладених циклів було вперше подано Пітером Інгерманом у 1962 році.

Відомий також алгоритм Левіта, опублікований у 1971 році, який є аналогом алгоритму Дейкстри, та алгоритм Джонсона (1977 році) що базується на алгоритмах Беллмана-Форда і Дейкстри. Починаючи з 80-х років було запропоновано багато різних підходів для оптимізації і поліпшення швидкості роботи відомих алгоритмів.

На сьогодні алгоритми пошуку найкоротших шляхів на графах знайшли широке застосування в різних галузях та сферах діяльності людини: при побудові складних технічних систем, в картографічних сервісах, для представлення та аналізу транспортних мереж та ін. Вони дозволяють досягти значного скорочення сукупної протяжності мереж, що є актуальним і при проектуванні електричних мереж.