

І. М. Маліванчук
О. М. Головченко
О. М. Нанака

ЕФЕКТИВНІСТЬ БІОПАЛИВНИХ ДВИГУНІВ КОГЕНЕРАЦІЙНИХ УСТАНОВОК НА НОМІНАЛЬНОМУ ТА ЧАСТКОВИХ РЕЖИМАХ НАВАНТАЖЕНЬ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Представлені результати багатокритеріального порівняння варіантів когенераційних теплових двигунів для водогрійної котельні. Показана доцільність обліку графіка електричних навантажень при виборі джерел теплової та електричної енергії для підприємства.

Ключові слова: когенерація, теплові двигуни, багатокритеріальний аналіз.

Abstract

The results of multi comparison options cogeneration of heat engines for hot water boiler. Expediency accounting graphics electrical loads in selecting sources of heat and electricity for the company.

Keywords: cogeneration, heat engines, multi analysis.

Вступ

Когенерація означає виробництво електричної та теплової енергії в одному процесі. Когенераційне устаткування дає змогу використовувати паливо з ККД 90-92%. У системах теплоенергопостачання (СТЕП) з водогрійними котельнями електричну енергію беруть з мережі або виробляють електрогенератори поршневих та газотурбінних установок. Поршневі та газотурбінні двигуни працюють на проблемних для України рідких та газоподібних паливах і тому, обсяги використання біодизеля та біогазу для двигунів збільшуються. Існуючі СТЕП працюють, як в базовому, так і за змінними графіками навантажень. Метою роботи є дослідження ефективності перспективних СТЕП з когенераційними установками при роботі в широкому діапазоні навантажень.

Першою розглядається района водогрійна котельня з постійним на протязі року навантаженням гарячого водопостачання 20 МВт. Електроенергія на власні потреби котельні береться з електромережі. Пропонується встановити теплонасосну установку (ТНУ) з приводом компресора від когенераційних поршневих або газотурбінних двигунів. Обираємо газопоршневий двигун (ГПД) ТСГ 2032V16 електричною потужністю 4300 кВт та тепловою потужністю 4160 кВт [1]. Обираємо ГТУ типу ГТУ33 – 2,5МС електричною потужністю 2350 кВт та тепловою потужністю 10920 кВт [2]. В якості прототипу дизельного двигуна прийємо двигун ЧМ 26/26 потужністю 4400 кВт [3]. Розглядаються наступні варіанти теплових двигунів. 1. Дизель на дизпаливі. 2. ГПД на природному газі. 3. Дизель на біодизелі В20. 4. ГПД на біогазі. 5. ГТУ на природному газі. 6. ГТУ на газотурбінному паливі. 7. ГТУ на біопаливі. Критерії порівняння варіантів двигунів прийняти такими. 1. Капіталовкладення. 2. Затрати на паливо. 3. Затрати на ремонт. 4. Моторесурс. 5. Рівень негативного впливу на персонал. 6. Ймовірність безвідмовної роботи. 7. Кількість капітальних ремонтів за 10 років. 8. Викиди CO₂ + NO. 9. Теплова потужність. 10. Електрична потужність. Чисельні значення критеріїв визначалися за літературними даними. Варіанти двигунів оцінювалися методом системного аналізу. Отримані результати оцінки варіантів (чисельні значення функції корисності) такі: 1-0,66; 2-0,8; 3-0,4; 4-0,82; 5-0,6; 6-0,25; 7-0,3. Кращим є варіант з ГПД на біогазі. Для визначена стійкості отриманого результату виконані розрахунки за зміненими пріоритетами критеріїв оцінок двигунів. Кращим знову виявився варіант з ГПД на біогазі. Цей двигун застосуємо для приводу ТНУ. Розрахунок показує, що сумарна теплова потужність когенераційної та теплонасосної установок складе біля 15 МВт, а термін окупності установок дорівнює 5 років. Отже

когенераційні установки при їх роботі в базовому режимі є ефективними. Розглянемо ефективність когенераційних установок на змінних режимах роботи на прикладі СТЕП підприємства. В ній теплове навантаження 3 МВт забезпечує водогрійна котельня на газовому паливі, а електроенергетичні потреби забезпечує електрична мережа. Максимальна споживана електрична потужність підприємства складає 4,3 МВт. Підприємство працює 6500 годин в рік при відносних електричних навантаженнях: 1-5%; 0,854-50%; 0,66-20%; 0,509-10%; 0,253-5%; 0,153-5%; 0,112-3%; 0,047-2%. Метою досліджень є визначення доцільності заміни існуючої СТЕП когенераційним тепловим двигуном. Задачами роботи є розрахунки експлуатаційних затрат на існуючу СТЕП та на варіанти з дизельним та газотурбінним двигунами на рідких паливах потужністю по 4,3 МВт. Розрахунок існуючої СТЕП показав, що річні експлуатаційні затрати складають 70,6 млн. грн, а котельня є збитковою. Річні експлуатаційні затрати на варіанти з дизелем та ГТУ визначались як сума на паливо, ремонт, зарплату дизелістам (турбіністам), транспортування палива, закупівлю теплової енергії, недовиробленої когенераційною установкою у варіанті з ДВЗ за мінусом виручки від продажу надлишкової теплової енергії у варіанті з ГТУ.

Розрахунки за допомогою комп'ютерних програм показали, що річні експлуатаційні затрати на дизельну установку склали 89,7 млн. грн, а на газотурбінну установку 98 млн. грн. Тобто, навіть без врахування затрат на придбання двигунів в даному випадку, вони себе не виправдовують.

Висновки

1. Розглянуті варіанти застосування когенераційних двигунів в районній водогрійній котельні з постійним тепловим навантаженням гарячого водопостачання. Визначено методом системного аналізу, що найкращим є варіант з газопоршневим двигуном на біогазі.

2. Застосування когенераційних двигунів в водогрійній котельні з постійним тепловим навантаженням є доцільним. Термін окупності теплонасосної установки з газопоршневим приводом складає 5 років.

3. Розглянута система теплоенергопостачання підприємства (СТЕП), в якій теплову енергію забезпечує водогрійна котельня на газі, а електрична енергія береться з електромережі.

4. Виконані розрахунки річних експлуатаційних затрат існуючого варіанта СТЕП та варіантів з когенераційними двигунами. Результати розрахунків показали недоцільність заміни існуючої СТЕП когенераційними двигунами. Причинами цього є: висока вартість рідких палив для теплових двигунів; жорстка залежність між електричною та тепловою потужностями через що необхідне джерело теплової енергії, яке при зниженні навантаження двигуна компенсує нестачу; зменшення ККД двигунів зі зменшенням навантаження; висока вартість теплових двигунів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Газопоршневая электростанция MWM TCG 2032 V16 (4300 кВт ... [Електронний ресурс] – Режим доступу: www.energo-motors.com/gazoporshnevaya-elektrostantsiya-gazovyy-generator-mwm...

2. Газотурбинные электростанции Мотор Сич — технические ... [Електронний ресурс] – Режим доступу: www.manbw.ru/.../gazoturbinnye-elektrostantsii-motor-sich-tehnicheskie-harakteristik...

3. Двигатели внутреннего сгорания. Теория поршневых и комбинированных двигателей / Д. Н. Вырубов [та ін]; – М.: Машиностроение, 1983. – 372с.

Маліванчук Іван Миколайович – студент групи ЕМ-16м, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця;

Головченко Олексій Михайлович – к. т. н., доцент кафедри відновлювальної енергетики та транспортних електричних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: aleksey.golovch@mail.ru;

Нанакі Олена Миколаївна – к. т. н., доцент кафедри відновлювальної енергетики та транспортних електричних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: e_nanaka@ukr.net.

Malivanchuk Ivan M. – student of the group EM-16m, Faculty for Power Engineering and Electrical Mechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;

Golovchenko Olexsiy M. – PhD, assistant professor at the department of renewable energy and electrical transportation systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: aleksey.golovch@mail.ru;

Nanaka Olena M. – PhD, assistant professor at the department of renewable energy and electrical transportation systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: e_nanaka@ukr.net.