

ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ З КОГЕНЕРАЦІЙНИМИ УСТАНОВКАМИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проведена оцінка енергетичної ефективності систем енергозабезпечення (СЕ) з когенераційними та теплонасосними установками (ТНУ), з урахуванням комплексного впливу джерел приводної енергії для парокompресійних ТНУ різних рівнів потужності, з урахуванням втрат енергії при генеруванні, постачанні і перетворенні електричної енергії.

Ключові слова: енергетична ефективність, система енергозабезпечення, когенераційна установка, безрозмірний критерій енергетичної ефективності.

Abstract

Evaluation of energy efficiency of energy supply systems (ES) with cogeneration and heat pump installations (HPI) with taking into consideration complex impact of sources of drive energy of steam compressor HPI of various levels of power, taking into account energy losses in the process of generation, supply and conversion of electric energy is carried out.

Key words: energy efficiency, energy supply system, cogeneration installation, dimensionless criterion of energy efficiency.

Вступ

В сучасних умовах надзвичайно актуальною постає технологія створення систем енергозабезпечення на основі когенераційних (КУ) і теплонасосних установок, що дозволить знизити споживання природного або альтернативного газу та одержати більш дешево за собівартістю електроенергію у порівнянні з мережевою [1-2].

Метою дослідження є оцінка енергетичної ефективності систем енергозабезпечення з когенераційними установками та ТНУ, з урахуванням комплексного впливу джерел приводної енергії для парокompресійних ТНУ різних рівнів потужності, з урахуванням втрат енергії при генеруванні, постачанні і перетворенні електричної енергії.

Результати дослідження

Досліджувалась ефективність СЕ з КУ та ТНУ малої (до 1 МВт) та великої потужностей. В цьому дослідженні передбачений когенераційний привод компресора ТНУ від газопоршневого двигуна-генератора (ГПД).

В нашому дослідженні енергетичну ефективність СЕ з КУ та ТНУ, згідно з [1, 3-4], оцінено значенням коефіцієнта перетворення енергії з урахуванням потужності утилізаційного обладнання когенераційного приводу.

Коефіцієнт перетворення енергії в СЕ з КУ та ТНУ, згідно з [1, 3-4], може бути визначений як:

$$\varphi_t^{ES} = \varphi_t + K_{GPE}^h \quad (1)$$

де φ_t – теоретичне значення коефіцієнта перетворення ТНУ без урахування потужності утилізаційного обладнання ГПД; K_{GPE}^h – тепловий коефіцієнт ГПД, який дорівнює відношенню теплової утилізаційної потужності ГПД до його електричної потужності.

В дослідженні [1] проаналізовані характеристики ряду газопоршневих двигунів-генераторів вітчизняного («Первомайськдизельмаш» та ДП «Завод ім. В. О. Малишева») та закордонного виробництва

(Jenbacher ES (Австрія), Wartsilla Diesel (Швеція), Ulstein Bergen (Норвегія), MAN & (Данія)). Визначено, що для розглянутих газопоршневих двигунів-генераторів в діапазоні електричних потужностей 500...2400 кВт значення теплового коефіцієнта ГПД становить $K_{GPE}^h = 1,1...1,44$; що відповідає діапазону зміни ефективного електричного ККД газопоршневого двигуна $\eta_{EM} = 0,42...0,31$. З урахуванням результатів з дослідження [1], вираз коефіцієнта перетворення енергії в СЕ з КУ та ТНУ матиме вигляд: $\varphi_t^{ES} = \varphi_t + (1,1...1,44)$.

Дійсний коефіцієнт перетворення енергії в СЕ з КУ та ТНУ буде визначатись, згідно з [1, 5-6], як:

$$\varphi^{ES} = \varphi_t^{ES} \cdot \eta_{hp} \quad (2)$$

де η_{hp} – енергетичний ККД ТНУ, який враховує всі втрати енергії в тепловому насосі.

Визначено, що значення дійсного коефіцієнта перетворення енергії в СЕ з КУ та ТНУ малих потужностей змінюються в діапазоні $\varphi_s^{ES} = 1,7...6,84$; що досягається за рахунок використання теплоти утилізаційного обладнання когенераційного приводу ТНУ. Така СЕ з КУ та ТНУ, в залежності від режиму роботи, генерує 1,7...6,84 одиниць теплової потужності в ТНУ та утилізаційному обладнанні когенераційного приводу по відношенню до одиниці спожитої ТНУ електричної потужності, без споживання електроенергії з енергосистеми. Для порівняння слід зазначити, що ТНУ з електроприводом за цих режимів роботи буде генерувати 0,6...5,4 одиниць теплової потужності по відношенню до одиниці спожитої електричної потужності.

Одержані високі значення дійсного коефіцієнта перетворення енергії для СЕ з КУ та ТНУ малих потужностей свідчать про високу енергетичну ефективність таких комбінованих систем енергозабезпечення.

Значення дійсного коефіцієнта перетворення енергії для СЕ з КУ та ТНУ великих потужностей змінюються в діапазоні $\varphi_l^{ES} = 1,78...7,72$; що досягається за рахунок використання теплоти утилізаційного обладнання когенераційного приводу ТНУ. В залежності від режиму роботи, така СЕ з КУ та ТНУ генерує 1,78...7,72 одиниць теплової потужності в ТНУ та утилізаційному обладнанні когенераційного приводу по відношенню до одиниці спожитої ТНУ електричної потужності, без споживання електроенергії з енергосистеми. Для порівняння слід зазначити, що ТНУ з електроприводом за цих режимів роботи буде генерувати 0,7...6,1 одиниць теплової потужності по відношенню до одиниці спожитої електричної потужності.

Одержані високі значення дійсного коефіцієнта перетворення енергії для СЕ з КУ та ТНУ великих потужностей свідчать про високу енергетичну ефективність цих комбінованих систем енергозабезпечення, яка перевищує ефективність таких систем на основі ТНУ та КУ малих потужностей.

Висновки

Проведена оцінка енергетичної ефективності систем енергозабезпечення з когенераційними установками та ТНУ, з урахуванням комплексного впливу джерел приводної енергії для парокompресійних ТНУ різних рівнів потужності, з урахуванням втрат енергії при генеруванні, постачанні і перетворенні електричної енергії.

Одержані високі значення дійсного коефіцієнта перетворення енергії для СЕ з КУ та ТНУ великих потужностей свідчать про високу енергетичну ефективність цих комбінованих систем енергозабезпечення, яка перевищує ефективність таких систем на основі ТНУ та КУ малих потужностей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

1. Остапенко О. П. Енергетична ефективність систем енергозабезпечення на основі комбінованих когенераційно-теплонасосних установок [Електронний ресурс] / О. П. Остапенко, В. В. Лещенко, Р. О. Тихоненко // Наукові праці ВНТУ. – 2015. – № 4. – Режим доступу до журн.: <http://praci.vntu.edu.ua>.
2. Остапенко О. П. Комплексна оцінка енергетичної ефективності парокompресійних теплонасосних станцій з когенераційним приводом [Електронний ресурс] / О. П. Остапенко // Наукові праці ВНТУ. – 2015. – № 3. – Режим доступу до журн.: <http://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/2/2>.
3. Ткаченко С. Й. Парокompресійні теплонасосні установки в системах теплопостачання. Монографія / С. Й. Ткаченко, О. П. Остапенко. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця. – 2009. – 176 с.

4. Остапенко О. П. Холодильна техніка та технологія. Теплові насоси : навчальний посібник / О. П. Остапенко. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 123 с.

5. Остапенко О. П. Енергетична ефективність парокомпресійних теплових насосів з електричним та когенераційним приводами [Електронний ресурс] / О. П. Остапенко, В. В. Лещенко, Р. О. Тіхоненко // Наукові праці ВНТУ. – 2014. – № 4. – Режим доступу до журн.: <http://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/421/419>.

6. Остапенко О. П. Енергетичні переваги застосування парокомпресійних теплових насосів з електричним та когенераційним приводами [Електронний ресурс] / О. П. Остапенко, В. В. Лещенко, Р. О. Тіхоненко // Наукові праці ВНТУ. – 2015. – № 1. – Режим доступу до журн.: <http://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/437/435>.

Ольга Павлівна Остапенко — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: ostapenko1208@gmail.com

Ігор Сергійович Михайлюк — студент групи ТЕ-126, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: cool.mikhaylyuk@mail.ru

Євгеній Олексійович Павлович — студент групи ТЕ-136, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: e_pavlovich@mail.ua

Olga P. Ostapenko – Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Assistant Professor of the Department of Heat Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ostapenko1208@gmail.com

Igor S. Mykhailiuk – Student of the Faculty of Civil Engineering, Heat Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: cool.mikhaylyuk@mail.ru

Yevhenii O. Pavlovych – Student of the Faculty of Civil Engineering, Heat Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: e_pavlovich@mail.ua