

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ТЕПЛОВОЇ СХЕМИ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ БУДІВЛІ З ВІДНОВЛЮВАНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуті заходи енергозбереження в буфеті, що знаходиться в приміщенні будівлі. Наведені результати системного аналізу можливих джерел енергії теплової схеми енергопостачання будівлі.

Ключові слова: відновлювані джерела енергії, теплонасосна установка, системний аналіз.

Abstract

Considered energy saving measures in the cafeteria, located in the premises of the building. The results of a systematic analysis of possible energy supply thermal circuit building.

Keywords: renewable energy, heat pump installation, system analysis.

Вступ

Енергоощадні джерела енергії зменшують плату за спожиті ресурси. Проте джерела енергії слід оцінювати також і за екологічними, медичними та іншими показниками, особливо, якщо вони встановлюються в місцях скупчення людей. Задачі даної роботи такі: 1. Економічне обґрунтування заходів енергозбереження в буфеті, розміщеному в будівлі. 2. Системний аналіз варіантів теплової схеми енергопостачання будівлі навчального закладу з відновлюваними та традиційними джерелами енергії.

Результати досліджень

1. В буфеті для підігріву води використовується електрична плита потужністю 16 кВт, також встановлений електричний бойлер на 30 л. Розглянуті наступні заходи енергозбереження: 1.1. заміна плити електричними чайниками; 1.2. заміна електронагріву води газовим нагрівом; 1.3. застосування для нагріву води теплонасосної установки.

В розрахунках прийняті вартості: 1 м³ газу – 8,2 грн., 1 квт·год електроенергії – 2,4 грн. Також використані такі експериментально визначені авторами тез дані. Витрата газу для нагріву 1 л. води від 15 градусів до температури кипіння на газовій плиті складає 0,026 м³, ККД використання теплоти згорання газу – 41%, вартість витраченого газу – 0,213 грн. Витрата електроенергії нагріву 1 л. води від 15 градусів до температури кипіння в електрочайнику складає 0,12 квт·год, ККД використання електроенергії – 84%, вартість витраченої електроенергії – 0,288 грн.

1.1. Заміна плити електричними чайниками. Розрахунки показали, що заміна електричної плити для нагрівання води на електричні чайники щорічно зекономить 10620 грн., а термін окупності складе 0,2 роки.

1.2. Заміна електронагріву води газовим нагрівом. Нагрів води доцільно виконувати в газовому кип'ятильнику КНД-8М з ККД 75%. В порівнянні з існуючим нагрівом переведення на газ знижує затрати на енергію підігріву води на 59%.

1.3. Застосування для нагріву води теплонасосної установки (ТНУ). Припускається, що вода гріється в ТНУ до температури t_x та догрівається в електрочайнику. Величина t_x визначається з умови мінімуму сумарних приведених затрат $Z_{\text{сум}}$ на систему підігріву. Так, при $t_x = 40^{\circ}$, потужності конденсатора 8 кВт затрати $Z_{\text{сум}}$ дорівнюють 6320 грн./рік.

2. Розглядається система теплоенергопостачання (СТЕП) будівлі. Розрахункова тепла схема СТЕП з можливими джерелами енергії та опис її роботи наведені в [1].

Ставиться задача багатокритеріальної оцінки варіантів можливих комбінацій джерел енергії. Початкові дані для розрахунків варіантів склалися за умов: необхідна для будівлі теплова потужність теплогенератора – 600 кВт, необхідна для будівлі електрична потужність електрогенератора – 40 кВт. Якщо варіанту не вистачає потужностей, то вони добираються з теплової та електричної мереж за відповідну оплату.

Розглядалися дев'ять варіантів.

Варіант 1. ПК – піролизний котел 600 кВт; 40 кВт електричної потужності з електромережі.

Варіант 2. ЕК – електродкотел 600 кВт; 40 кВт електричної потужності з електромережі.

Варіант 3. ВЕС – вітряна електростанція 14 кВт для продажу електричної енергії; ПК–піролизний котел 600 кВт; 40 кВт електричної потужності з електромережі.

Варіант 4. СЕС – сонячна електростанція 10 кВт для продажу електричної енергії; ПК–піролизний котел 600 кВт; 40 кВт електричної потужності з електромережі.

Варіант 5. СК – сонячні колектори 200 кВт + 400 кВт електродкотел; 40 кВт електричної потужності з електромережі.

Варіант 6. ТНУ – теплонасосна установка 600 кВт з електричним приводом 150 кВт; 40 кВт електричної потужності з електромережі.

Варіант 7. КГПД – когенераційна газо-поршнева установка електричною потужністю 40 кВт та тепловою 45 кВт; 555 кВт теплової потужності від теплової мережі.

Варіант 8. ІЧ – інфрачервоне опалення 600 кВт теплової потужності та 40 кВт електричної потужності з електромережі.

Варіант 9. ГК – газовий котел 600 кВт та 40 кВт електричної потужності з електромережі.

Критерії оцінки варіантів та результати їх розрахунку у вигляді значень частинних та сумарних функцій корисності (якості) наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Результати розрахунків варіантів системи теплонергопостачання будівлі

Критерії	ПК	ЕК	ВЕС	СЕС	СК+ЕК	ТНУ	КГПД	ІЧ	ГК
X1 - Затрати на енергоносії, млн. грн.	$4,29 \cdot 10^{-1}$	$2,16 \cdot 10^{-1}$	$3,24 \cdot 10^{-1}$	$3,24 \cdot 10^{-1}$	$2,96 \cdot 10^{-1}$	$3,87 \cdot 10^{-1}$	$3,34 \cdot 10^{-1}$	$3,48 \cdot 10^{-1}$	$3,83 \cdot 10^{-1}$
X2 – Капіталовкладення, млн. грн.	$2,57 \cdot 10^{-1}$	$2,64 \cdot 10^{-1}$	$2,49 \cdot 10^{-1}$	$2,55 \cdot 10^{-1}$	$1,51 \cdot 10^{-1}$	$2,53 \cdot 10^{-2}$	$2,38 \cdot 10^{-1}$	$2,21 \cdot 10^{-1}$	$2,52 \cdot 10^{-1}$
X3 – Викиди CO ₂ , SO ₂ , NO ₂ , т.	$1,40 \cdot 10^{-12}$	$1,40 \cdot 10^{-1}$	$1,40 \cdot 10^{-1}$	$1,40 \cdot 10^{-1}$	$1,4 \cdot 10^{-1}$	$1,40 \cdot 10^{-1}$	$1,39 \cdot 10^{-1}$	$1,40 \cdot 10^{-1}$	$1,39 \cdot 10^{-1}$
X4 – Кількість золи, т.	$2,01 \cdot 10^{-3}$	$6,75 \cdot 10^{-2}$	$6,75 \cdot 10^{-2}$	$6,75 \cdot 10^{-2}$	$6,75 \cdot 10^{-2}$	$6,75 \cdot 10^{-2}$	$6,75 \cdot 10^{-2}$	$6,75 \cdot 10^{-2}$	$6,75 \cdot 10^{-2}$
X5 – Вага устаткування, т.	$3,53 \cdot 10^{-2}$	$3,53 \cdot 10^{-2}$	$2,66 \cdot 10^{-2}$	$3,27 \cdot 10^{-2}$	$1,8 \cdot 10^{-3}$	$3,53 \cdot 10^{-2}$	$3,53 \cdot 10^{-2}$	$3,53 \cdot 10^{-2}$	$3,5 \cdot 10^{-2}$
X6 – Негативний вплив на персонал	$1,60 \cdot 10^{-2}$	$1,60 \cdot 10^{-2}$	$7,88 \cdot 10^{-3}$	$1,60 \cdot 10^{-2}$	$1,6 \cdot 10^{-2}$	$9,90 \cdot 10^{-3}$	$3,90 \cdot 10^{-3}$	$1,40 \cdot 10^{-2}$	$1,19 \cdot 10^{-2}$
X7 – Відносна ймовірність відмов	$5,40 \cdot 10^{-3}$	$7,92 \cdot 10^{-3}$	$7,92 \cdot 10^{-3}$	$7,10 \cdot 10^{-3}$	$7,9 \cdot 10^{-3}$	$5,40 \cdot 10^{-3}$	$1,49 \cdot 10^{-4}$	$7,92 \cdot 10^{-3}$	$6,26 \cdot 10^{-3}$
Функція «корисності»	0,746	0,749	0,824	0,843	0,681	0,671	0,820	0,834	0,895

Висновок

1. Розглянуті заходи зменшення затрат на енергопостачання буфету в будівлі.
2. Виконаний системний аналіз варіантів комбінацій джерел енергії СТЕП будівлі. Найкращім є варіант “автономний газовий котел 600 кВт та 40 кВт електричної потужності з електромережі”. Він має відносно великі затрати на паливо, проте, в нього середні капіталовкладення та гарні екологічні показники. До того ж він найпростіший в реалізації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Груба М. В., Головченко О. М., Нанака О. М. Економічна ефективність застосування відновлюваних джерел енергії в системах теплоенергопостачання адміністративних будівель. Матеріали XLV Науково-технічної конференції ВНТУ, Вінниця, 23–24 березня 2016 р. — Електрон. текст. дані. — 2016. — Режим доступу : <http://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-feeem/all-feeem-2016/paper/view/724>.

Огороднік Марина Вікторівна – студентка групи ЕМ-16 м, 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;

Нанака 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.

Ogorodnik Maryna V. – 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.