

ТЕПЛОНАСОСНА УСТАНОВКА В ТЕПЛОВІЙ СХЕМІ КОТЕЛЬНОЇ ДЕРАЖНЯНСЬКОГО МОЛОКОЗАВОДУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проведено техніко-економічне обґрунтування модернізації теплової схеми теплової схеми котельні підприємства ПрАТ «Деражнянський молокозавод» в місті Деражня шляхом встановлення когенераційної теплонасосної установки (КТНУ) з приводом від двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ). Виконано розрахунок економічної ефективності впровадження теплового насоса в тепловій схемі котельні.

Ключові слова: техніко-економічне обґрунтування, енергетична ефективність, економічна ефективність, когенераційно-теплонасосна установка.

Abstract

The feasibility study of modernization of thermal schemes of the boiler house on the enterprise private joint-stock company «Derazhnyansky dairy plant» in the city of Derazhnya was carried out by installing a cogeneration heat pump installation (CHPI) with an internal combustion engine drive (ICE). The calculation of economic efficiency of introduction of cogeneration heat pump installation is executed in the thermal scheme boiler house.

Key words: feasibility study, energy efficiency, economic efficiency, cogeneration heat pump installation.

Вступ

Теплонасосна установка (ТНУ) – це пристрій для передачі внутрішньої енергії від енергоносія з низькою температурою до енергоносія з високою температурою при витратах механічних або електричних джерел енергії. Принцип дії теплонасосної установки заснований на тому, що, при підведенні низькопотенційної теплоти у випарник, відбувається процес кипіння робочого тіла, пари якого стискаються в компресорі з підвищенням ентальпії і температури. В конденсаторі теплота фазового переходу робочого тіла передається технологічному теплоносію. У дросель-клапані знижуються температура і тиск робочого тіла, яке потім надходить у випарник [1 – 2].

Метою дослідження є досягнення економії робочого палива в модернізованій схемі котельні підприємства ПрАТ «Деражнянський молокозавод» в місті Деражня, на відміну від існуючої, що здійснюється за рахунок застосування теплонасосної установки з використанням низькотемпературних джерел теплоти.

Задачами роботи є:

- визначення варіантів застосування ТНУ в тепловій схемі котельні;
- оцінка ефективності варіантів застосування ТНУ в тепловій схемі котельні;
- обґрунтування застосування ТНУ в тепловій схемі котельні та підбір обладнання;
- визначення економічних показників.

Об'єктом роботи є теплонасосна установка в тепловій схемі підприємства ПрАТ «Деражнянський молокозавод» в місті Деражня.

Предметом роботи є зменшення витрати енергоресурсів на вироблення теплоти шляхом встановлення теплонасосної установки в тепловій схемі котельні підприємства ПрАТ «Деражнянський молокозавод» в місті Деражня.

Практична цінність роботи – забезпечено зменшення витрати енергоресурсів на вироблення теплоти, забезпечено енергетичний та економічний ефект за рахунок встановлення теплонасосної установки в тепловій схемі котельні підприємства ПрАТ «Деражнянський молокозавод» в місті Деражня.

Результати дослідження

Промислово-опалювальна котельня молокозаводу призначена для забезпечення технологічних потреб виробництва, опалення цехів та виробничих приміщень котельні. На потреби виробництва та генерування пари використовується вода із свердловини. В нашому дослідженні запропоновано використання в тепловій схемі котельні молокозаводу КТНУ на низькотемпературній теплоті природного джерела теплоти – ґрунтових вод зі свердловини. Запропоновані парокompресійні КТНУ мають когенераційний привод від газопоршневих двигунів-генераторів.

Результати проведених досліджень [3– 10] щодо визначення ефективності варіантів застосування КТНУ, в залежності від температури води на вході у випарник теплового насосу, для теплової схеми котельні молокозаводу, показані на рис. 1 – 4.

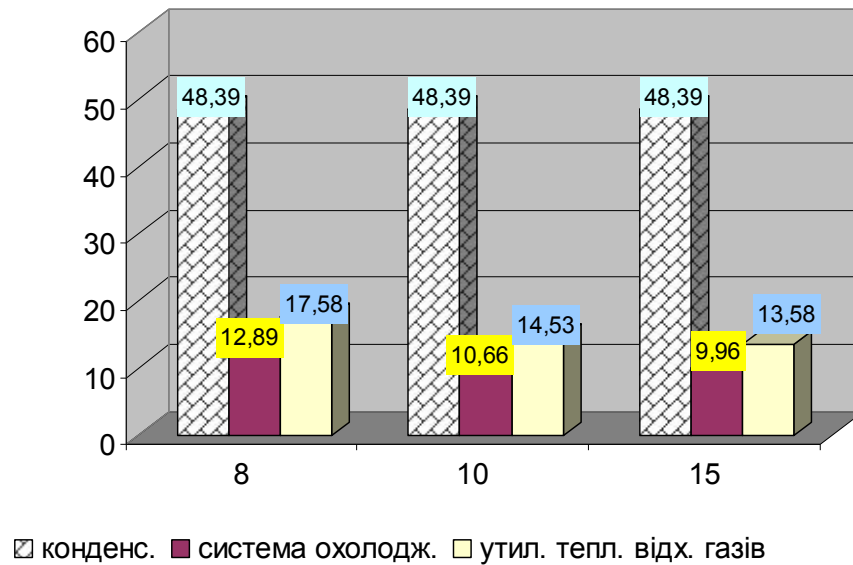


Рисунок 1 – Значення теплових потужностей конденсатора КТНУ, системи охолодження та утилізаторів в залежності від температури води на вході в випарник, кВт [9]

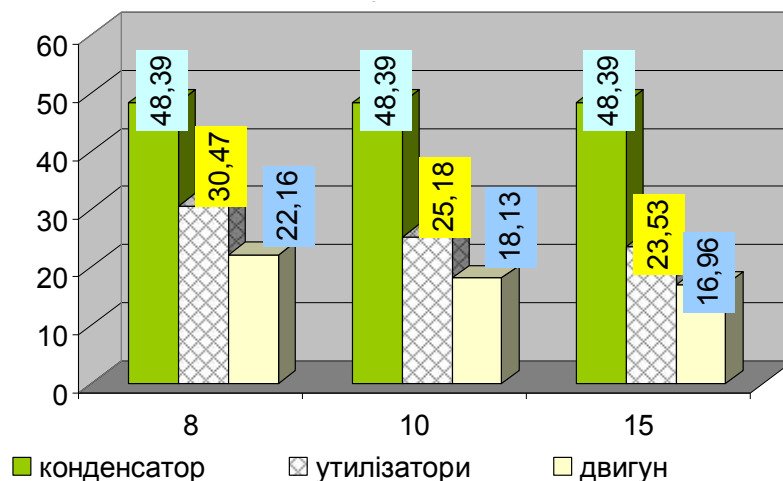


Рисунок 2 – Значення теплових потужностей конденсатора та утилізаторів і електричної потужності двигуна КТНУ в залежності від температури води на вході у випарник, кВт [9]

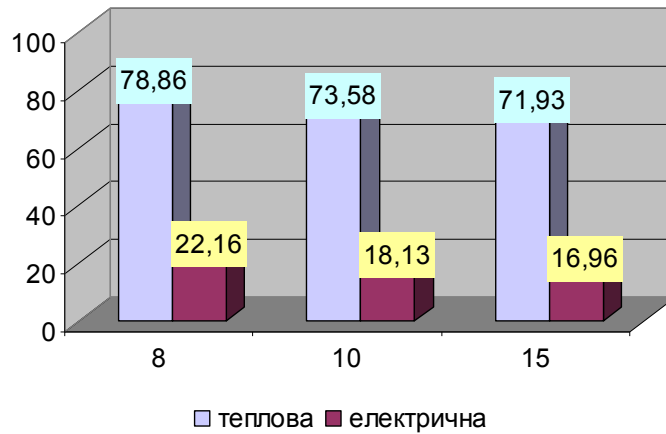


Рисунок 3 – Значення теплової та електричної потужностей КТНУ в залежності від температури води на вході у випарник, кВт [9]

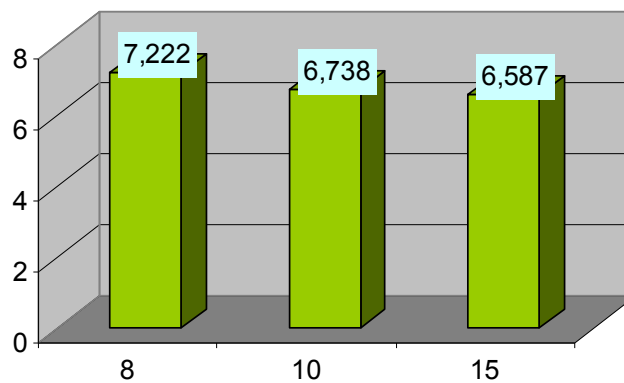


Рисунок 4 – Значення економії робочого палива від застосування КТНУ в тепловій схемі котельні в залежності від температури води на вході у випарник, % [9]

Проведено багатоваріантний аналіз режимів застосування КТНУ в тепловій схемі котельні, результати показані в таблиці 1.

Таблиця 1 – Багатоваріантний аналіз режимів застосування КТНУ в тепловій схемі котельні

Показник	Режим роботи КТНУ		
	3	5	10
Температура води на виході з випарника ТНУ, °C	3	5	10
Коефіцієнт перетворення КТНУ	3,53	4,06	4,28
Приріст значення коефіцієнта перетворення КТНУ за рахунок використання теплоти утилізації	1,375	1,389	1,387
Економія умовного палива котельнею від застосування КТНУ, %	7,22	6,74	6,59
Зниження собівартості теплоти від застосування КТНУ, %	5,74	5,29	5,15

За результатами досліджень [3 – 10] визначено, що:

– впровадження КТНУ на низькотемпературній теплоті ґрунтових вод в тепловій схемі котельні молокозаводу забезпечить вироблення, в залежності від режиму роботи, 71,93...78,86 кВт теплової потужності та 16,96...22,16 кВт електричної потужності з високими значеннями показника ефективності енергоперетворень $\phi = 3,53...4,28$, що обумовлено урахуванням утилізаційної потужності когенераційного приводу КТНУ;

– енергоефективна КТНУ в тепловій схемі котельні молокозаводу забезпечить економію робочого палива в обсязі 6,59...7,22%, в залежності від режиму роботи. Застосування КТНУ (на низькотемпературній теплоті природного джерела) в тепловій схемі котельні молокозаводу зумовить зниження собівартості теплоти на 5,15...5,74% (в залежності від режиму роботи), забезпечить покращення техніко-економічних та екологічних показників роботи котельні молокозаводу.

Висновки

Встановлено енергетичну та економічну ефективність застосування теплонасосної установки в тепловій схемі котельні ПрАТ «Деражнянський молокозавод» в місті Деражня.

Проведений багатоваріантний аналіз ефективності варіантів застосування КТНУ в тепловій схемі котельні заводу, за результатами якого визначено, що КТНУ на теплоті ґрунтових вод в тепловій схемі котельні молокозаводу дозволить виробити теплову та електричну енергію з високою ефективністю енергоперетворень в КТНУ.

За результатами з наших досліджень [3 – 10] визначено, що застосування КТНУ в тепловій схемі котельні молокозаводу з високими показниками енергоперетворень (значення коефіцієнта перетворення $\varphi = 3,56...4,24$) сприятиме економії умовного палива на 6,59...7,22% та дозволить знизити собівартість теплоти на 5,15...5,74% (значення змінюються в залежності від режиму роботи), отже, застосування КТНУ в тепловій схемі заводу покращить техніко-економічні та екологічні показники роботи котельні молокозаводу.

Проведено техніко-економічне обґрунтування; визначено, що річна економія палива становить 7,3%, економія коштів на паливі складатиме 227 тис. грн./рік, отже даний варіант обрано до впровадження. Застосування цього варіанту когенераційної ТНУ в тепловій схемі котельні забезпечить зменшення річної витрати робочого палива з 1046 тис.м³/рік до 970,5 тис.м³/рік.

За результатами економічного аналізу визначено, що вартість капіталовкладень в нове обладнання становитиме 875 тис. грн. У випадку використання ТНУ в тепловій схемі котельні собівартість вироблення теплоти зменшується з 242,7 грн./ГДж до 223,46 грн./ГДж.

Встановлення ТНУ забезпечить зменшення експлуатаційних витрат в тепловій схемі котельні на 498 тис. грн./рік. Термін окупності капіталовкладень в ТНУ, когенераційне, утилізаційне та додаткове обладнання становитиме 2,25 року.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

1. Остапенко О. П. Холодильна техніка та технологія. Теплові насоси : навчальний посібник / О. П. Остапенко. - Вінниця : ВНТУ, 2015. – 123 с.
2. Остапенко О. П. Холодильна техніка та холодильна технологія. Теплові насоси. Конспект лекцій : навчальний посібник / О. П. Остапенко. - Вінниця : ВНТУ, 2017. – 69 с.
3. Остапенко О. П. Дослідження ефективності змінних режимів роботи системи енергозабезпечення з когенераційно-теплонасосною установкою в тепловій схемі котельні консервного заводу / О. П. Остапенко, Є. О. Павлович, В. О. Кохан, Я. С. Попроцький // Актуальні проблеми сучасної енергетики: Матеріали Третьої Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції студентів, аспірантів і молодих вчених (23 – 25 травня 2018 р., Херсон). – Херсон: Херсонський національний технічний університет, 2018. – С. 57-60.
4. Остапенко О. П. Аналіз енерго-еколого-економічної ефективності ресурсоенергоефективних систем енергозабезпечення з когенераційно-теплонасосними установками з використанням теплоти систем оборотного водопостачання / О. П. Остапенко, Я. С. Попроцький, В. О. Кохан // Збірник доповідей VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції «Ефективні процеси та обладнання хімічних виробництв та пакувальної техніки». – К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – С. 22-24.
5. Остапенко О. П. Аналіз енергоекологічної ефективності ресурсоенергоефективних систем енергозабезпечення з когенераційно-теплонасосними установками на теплоті оборотного водопостачання / О. П. Остапенко, Я. С. Попроцький, В. О. Кохан // Збірник наукових матеріалів ХХІХ Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Весняні наукові читання» (15 квітня 2019 р., м. Вінниця). – Вінниця, 2019. – Частина 3. – Технічні науки. – С. 46 – 51.
6. Остапенко О. П. Аналіз ефективності системи енергозабезпечення з когенераційно-теплонасосною установкою в тепловій схемі промислово-опалювальної котельні маслозаводу / О. П. Остапенко, Я. С. Попроцький, В. О. Кохан // Актуальні проблеми сучасної енергетики: Матеріали Четвертої Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції студентів, аспірантів і молодих вчених (22 – 24 травня 2019 р., Херсон). – Херсон: Херсонський національний технічний університет, 2019. – С. 65-67.
7. Остапенко О. П. Аналіз ефективності застосування когенераційно-теплонасосних установок в теплових схемах промислово-опалювальних котельних / О. П. Остапенко, Я. С. Попроцький, В. О. Кохан // Актуальні проблеми сучасної енергетики: Матеріали П'ятої Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції студентів, аспірантів і молодих вчених (20 – 22 травня 2020 р., Херсон). – Херсон: Херсонський національний технічний університет, 2020. – С. 78-81.

8. Остапенко О. П. Теплонасосна установка в тепловій схемі котельні молокозаводу / О. П. Остапенко, В. О. Кохан // Університетська наука-2020 : В 4 т. : тез. доп. міжнар. наук.-техн. конф. (Маріуполь, 20-21 травня 2020 р.). – Маріуполь: ПДТУ, 2020. – Т. 1. – С. 218–219.

9. Остапенко О. П. Енергоефективна система енергозабезпечення з когенераційно-теплонасосною установкою в тепловій схемі котельні молокозаводу/ О. П. Остапенко, В. О. Кохан // Збірник доповідей X Всеукраїнської науково-практичної конференції «Ефективні процеси та обладнання хімічних виробництв та пакувальної техніки». – К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – С. 38-40.

10. Ostapenko O. P. Efficiency of cogeneration heat pump installation in thermal scheme of boiler-house of the dairy plant / O. P. Ostapenko, V. O. Kokhan // Applied Scientific and Technical Research : Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference, April 1–3, 2020, Ivano-Frankivsk / Academy of Technical Sciences of Ukraine. Ivano-Frankivsk : Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, 2020. V. 2. P. 60-61.

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

Владислав Олександрович Кохан – студент групи ТЕ-20м, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

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

Vladyslav O. Kokhan – Student of the Faculty of Civil Engineering, Heat Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia