

# КОМБІНУВАННЯ ТРАДИЦІЙНИХ ТА АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В СИСТЕМІ ТЕПЛОХОЛОДОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ З ВБУДОВАНИМИ ПРИМІЩЕННЯМИ ІНШОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Вінницький національний технічний університет

## *Анотація*

Проаналізована теплова схема системи теплохолодопостачання житлового будинку із вбудованими приміщеннями іншого призначення. За результатами багатоваріантного аналізу на основі екологічних та техніко-економічних показників встановлено екологічно та економічно доцільне основне джерело теплохолодопостачання та альтернативні джерела для забезпечення потреб вентиляції та опалення

**Ключові слова :** вентиляція, опалення, гаряче водопостачання, холодильна машина, тепловий насос, пеллети.

## *Abstract*

The thermal scheme of the system of heating and cooling of a dwelling house with built-in premises of other purpose is analyzed. Based on the results of multivariate analysis on the basis of environmental and technical and economic indicators, an environmentally and economically feasible main source of heat-supply and alternative sources for ventilation and heating needs is established.

**Keywords :** ventilation, heating, hot water supply, refrigerating machine, heat pump, pellets.

## **Вступ**

Сучасні українські будівельні компанії зводячи багатоповерхові будівлі перший (перші) поверх проєктують повністю або частково для приміщень нежитлового (іншого призначення). Це передусім пов'язано із підвищенням окупності капіталовкладень у будівництво. Такі приміщення для забезпечення певних умов комфорту мають потребу не лише у теплоті, а й у холоді. На думку авторів [1], більш ефективні системи кондиціонування типу чилер-фанкойл. Одним із завдань сучасних систем тепло- та холодопостачання є суттєве зменшення споживання енергетичних ресурсів та підвищення ефективності використання теплоти палива.

Мета роботи – вибір оптимальної системи теплохолодопостачання житлової будівлі з приміщеннями іншого призначення.

## **Результати дослідження**

Як приклад розглянемо систему теплохолодопостачання у м. Бердичів для житлового багатоповерхового будинку з вбудованими приміщеннями іншого призначення. На основі відомих розрахункових залежностей [2] і нормативних показників визначено потужності системи. Встановлено, що розрахункова потужність системи холодопостачання 39 кВт, розрахункова потужність системи опалення 210 кВт, теплова потужність системи вентиляції 35 кВт, потужність системи гарячого водопостачання 183,2 кВт.

Орієнтуючись на сучасні тенденції тепlopостачання як основне джерело тепlopостачання обрано котельню на пеллетах деревини. Як паливо обрано пеллети такого складу  $C^p = 48,41\%$ ,  $N^p = 0,6\%$ ,  $H^p = 6,1\%$ ,  $W^p = 5,2\%$ ,  $S^p = 0,04\%$ ,  $A^p = 0,35\%$ ,  $O^p = 39,3\%$ . Визначена теплотворна здатність пеллет [3], що складає 18,225 МДж/кг. На даній котельні встановлено 3 котла потужністю 230 кВт

(2 робочих, 1 резервний). Проведено розрахунок котла, в результаті якого встановлено, що температура димових газів на виході із котла складає 161 °С, а коефіцієнт корисної дії  $\eta_k = 0,9$ .

Для забезпечення потреб холодопостачання пропонується встановити холодильну машину типу «повітря – вода» з розрахунковою холодоильною потужністю 40,5 кВт і споживаною електричною потужністю 13 кВт.

Запропонована система теплохолодопостачання (роздільна) вироблятиме 8225,65 ГДж теплоти і споживатиме 76455,06 кВт год електроенергії в рік. Річне споживання палива (пеллет) складатиме 501487,3 кг, а витрата умовного палива на виробництво теплоти і холоду складатиме 29,82 т.

Оскільки холодильні машини вибраного типу і виробника можуть працювати у реверсивному режимі (тобто і у режимі теплового насосу) було проведено оцінку роботи системи теплохолодопостачання в якій основне джерело теплоти – котел на пеллетах, а додаткове – реверсивна холодильна машина AQUACIAT ILDN 150V (холодоагент R410A). Ефективність роботи теплових насосів в системах теплопостачання є досить високою [4 – 6].

Комплексна система теплохолодопостачання споживатиме 447,03 т пеллет на рік і споживатиме 156948,2 кВт год електроенергії, витрата умовного палива складатиме 61,22 т. Економія пеллет складає 10,9 %, умовного палива – 0,8 %.

Так як запропонована комбінована система має досить незначну економію умовного палива було прийнято рішення оцінити екологічні показники обох систем (табл. 1).

Таблиця 1 – Розрахунок валового викиду шкідливих речовин в атмосферу

Найменування величин	Розмірність	Роздільна система теплохолодопостачання	Комбінована система теплохолодопостачання
Валовий викид оксидів азоту NO <sub>x</sub>	т	1,695	1,53
Валовий викид оксиду вуглецю CO	т	1,77	3,48
Валовий викид діоксиду вуглецю CO <sub>2</sub>	т	1048,8	1030
Валовий викид оксиду азоту N <sub>2</sub> O	т	0,014	0,0139
Валовий викид метану	т	0,0191	0,0181

Проведено техніко-економічне порівняння роздільної та комбінованої систем теплохолодопостачання. Результати розрахунків показані в табл. 2

Таблиця 2 – Техніко-економічні показники систем теплохолодопостачання

Найменування величин	Розмірність	Роздільна система теплохолодопостачання	Комбінована система теплохолодопостачання
Капіталовкладення в систему	грн	2060250	
Річна витрата палива (пеллет)	т	501,5	447,03
Витрата коштів на паливо	тис. грн.	4513,4	4023,5
Річне споживання електроенергії	кВт год	76455,06	156948,2
Витрата коштів на електроенергію	тис. грн	128,44	263,67
Загальні експлуатаційні витрати	тис. грн	5286,35	4982,91
Річне виробництво теплоти і холоду	ГДж	8316	
Собівартість відпущеної енергії	грн/ГДж	635,68	599,2

Отже якщо замість холодильної машини встановити реверсивну теплохолодильну машину, яка влітку працює як холодильна машина, а взимку – як тепловий насос, для умов даного об'єкту можна на тому ж обладнанні додатково виробити 893,3 ГДж теплоти. Зменшення споживання пеллет складає приблизно 54,46 т за опалювальний період і зниження експлуатаційних затрат 303,4 тис. грн./сезон. Теплохолодильна машина дозволить покривати повністю потреби теплоти для системи вентиляції та 31,8 % потреби теплоти для системи опалення у період з температурою зовнішнього повітря нижче -5 °С. Впровадження такої схеми теплохолодопостачання підтверджується як екологічними так і економічними показниками і дозволить знизити собівартість виробництва одиниці енергії на 5,7 %

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Белова Е. М. Системы кондиционирования воздуха с чиллерами и фэнкойлами. М.: Евроклимат. – 2003. – 400 с.
2. Степанова Н. Д. Теплові мережі : навчальний посібник / Н.Д.Степанова, Д. В.Степанов. – Вінниця : ВНТУ, 2009.–135 с.
3. Степанов Д. В. Котельні установки промислових підприємств. Навчальний посібник / Степанов Д. В., Корженко Є. С., Боднар Л. А. – Вінниця: ВНТУ – 2011. – 117 с.
4. Рей Д. Теплові насоси / Д. Рей, Д. Макмайкл. пер. З англ. – М.: Энергоиздат. 1982. – 224 с.
5. Степанова Н. Д. Комбінована система теплопостачання житлового будинку на базі котельні на газоподібному паливі / Н. Д. Степанова, П. І. Муслімов // Матеріали міжнародної науково-технічної конференції “Енергоефективність в галузях економіки України – 2017”. – 2017. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/egeu2017/paper/view/3419>
6. Степанова Н. Д. Ефективність комплексних систем теплохолодопостачання з реверсивними холодильними машинами / Н. Д. Степанова. // Матеріали науково-технічної конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ). – 2018. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2018/paper/view/4864> .

**Степанова Наталія Дмитрівна**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, [Stepanovand@i.ua](mailto:Stepanovand@i.ua) .

**Горовенко Яна Сергіївна**, студентка групи ТЕ-15б, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [yanagorovenko98@gmail.com](mailto:yanagorovenko98@gmail.com) .

**Муслімов Павло Ідрисович**, студент групи ТЕ-17мі, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, [warkans@i.ua](mailto:warkans@i.ua) .

**Stepanova Nataliya D.**, Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of the Department of Thermal Power Engineering, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsia, e-mail: [Stepanovand@i.ua](mailto:Stepanovand@i.ua)

**Gorovenko Yana S.**, student of TE-15b group, Faculty of Construction, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, e-mail: [yanagorovenko98@gmail.com](mailto:yanagorovenko98@gmail.com) .

**Muslimov Paul I.**, student of TE-17mi group, Faculty of Construction, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, e-mail: [warkans@i.ua](mailto:warkans@i.ua) .