

Національна академія наук України
Міністерство енергетики України
Інститут теплоенергетичних технологій НАН України
Громадська рада при Міністерстві енергетики України
НТУУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
НТУ «Дніпровська політехніка»
ТОВ DELTIMA



XX Міжнародна науково-практична конференція

**ТЕПЛОВА ЕНЕРГЕТИКА:
ШЛЯХИ РЕНОВАЦІЇ ТА РОЗВИТКУ**

Київ 2024

УДК 620.98

**ВИКОРИСТАННЯ ОРГАНІЧНОГО ЦИКЛУ РЕНКІНА ДЛЯ
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ВЛАСНИХ ПОТРЕБ
КОТЕЛЕНЬ ЖИТЛОВИХ КОМПЛЕКСІВ**

Михайличенко Д. В.; Пилипенко О. Ю., к.т.н.

Національний університет харчових технологій

**USING THE ORGANIC RANKIN CYCLE TO PROVIDE ELECTRICITY
FOR OWN BOILER NEEDS OF RESIDENTIAL COMPLEXES**

Mykhailychenko D.; Pylypenko O., PhD

National University of Food Technologies

In Ukraine, there is currently a problem with the backup power supply of critical infrastructure and residential buildings. This especially affected the roof boilers of newly built residential complexes. The paper considers the use of organic Rankine cycle in the thermal scheme on existing boiler houses. As a conclusion, it is possible to use ORC on different substances when connecting to existing boiler rooms.

Від жовтня 2022 року і до теперішнього часу в Україні виникли проблеми з постачання електричної енергії на об'єкти критичної інфраструктури внаслідок військової агресії росії. Так як більшість новозбудованих житлових комплексів мають свої дахові котельні, виникла проблема в реалізації резервного живлення електричної енергії для цих котельень.

Варіантами вирішення питання резервного електричного живлення котельень є встановлення: когенераційного обладнання, дизель-генераторів, акумуляторів резервного живлення.

Варіант з когенераційними установками передбачає додаткове збільшення витрати газу на котельню, що призводить до необхідності отримання нових технічних умов по газопостачанню, виконання робіт із заміни обладнання в ГРЩ (газорозподільчому щиті), виділення місця під когенераційну установку. Вирішення зазначених питань у вже збудованих об'єктах є практично неможливим.

Варіант з дизель-генератором передбачає постійне підтримання рівня пального у баках генератора та забезпечення необхідного запасу палива для роботи обладнання впродовж розрахункового періоду відсутності електричної

енергії.

Варіант з організацією резервного електричного живлення котельні на базі електричних акумуляторів передбачає сталу обмеженість встановленої ємності акумуляторів. Кількість, типорозмір та ємність акумуляторів розраховуються на постійну тривалість відключення електроенергії. При збільшенні часу між відключеннями з одного боку та зменшенні періоду із включенням електричної енергії з іншого, призводить до зміни потреби у ємності акумуляторів та потужностей додаткового обладнання. За встановлення резервного джерела із сталими показниками може спостерігатися нестача ємності акумуляторів для забезпечення роботи обладнання котельної або нестача тривалості процесу зарядки акумуляторів до їх повного заряду.

Одним із альтернативних варіантів для забезпечення резервного електричного живлення власних потреб може бути використання блоку генерації електричної енергії за органічним циклом Ренкіна. Приєднання модульного блоку генерації на ORC до системи теплопостачання існуючої котельні є не складним (рис. 1) та не вимагає отримання додаткових технічних умов.

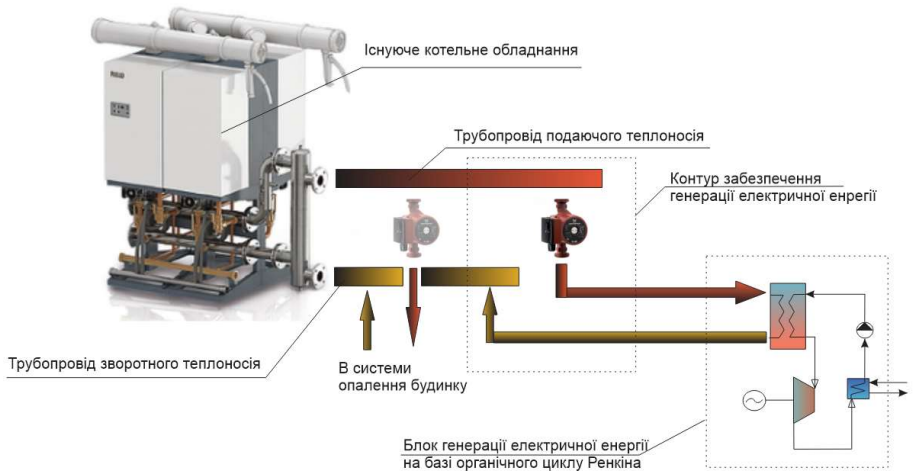


Рис. 1. Приєднання блоку генерації на ORC до схеми існуючої котельні

Відповідно до діючих ДБН теплове навантаження на систему опалення будівель розраховується відповідно до температури повітря найхолоднішої п'ятиденки та географічного розташування будинку. Для території України згідно з [1, 2] розрахункова температура зовнішнього повітря коливається від -6°C для м. Ялта до -25°C для м. Суми (для м. Київ -22°C).

Для аналізу доцільності використання блоку генерації електроенергії на базі органічного циклу Ренкіна використана дахова котельня з проектним тепловим навантаженням у 2 МВт (визначеним за вказаними розрахунковими параметрами навколишнього повітря) та встановленою електричною потужністю власних потреб у 17 кВт. Також розглянуто типові температурні графіки систем опалення нових будівель, а саме: 80–60 °С, 90–70 °С, 95–70 °С, 105–70 °С, 50–30 °С (конденсаційний режим роботи). У термодинамічних розрахунках органічного циклу Ренкіна використано декілька різних робочих речовин (холодоагентів). Як видно з результатів розрахунків (табл. 1) – різні температурні графіки котельні призводять до очікуваної динаміки ефективності вироблення електричної енергії та мають різну витрату теплової потужності для генерації однакової кількості електроенергії.

Таблиця 1. Вплив робочої речовини на ефективність вироблення електричної енергії

Температурний графік / споживана кількість теплової енергії на потреби генерації	Речовина	Ефективність циклу, %	Генерована електрична потужність, кВт	Теплове навантаження конденсатору, кВт
80–60 °С / 200 кВт	R1233zdE	8,98	17,97	169,9
	R600	8,97	17,94	170,0
	R134a	8,47	16,95	171,8
	R245fa	8,86	17,73	170,3
90–70 °С / 180 кВт	R1233zdE	10,05	18,09	149,9
	R600	9,95	17,91	150,2
	R134a	9,36	16,85	152,0
	R245fa	9,82	17,68	150,5
95–70 °С / 170 кВт	R1233zdE	10,49	17,83	140,3
	R600	10,4	17,68	140,6
	R134a	9,77	16,6	142,5
	R245fa	10,26	17,45	141,0
105–70 °С / 160 кВт	R1233zdE	11,37	19,57	129,81
	R600	11,29	19,4	130,05
	R134a	10,51	17,94	132,18
	R245fa	11,13	19,19	130,44

Зазначена у табл. 1 необхідна тепла потужність на блок генерації у 160–200 кВт становити 8–10% від прийнятої до аналізу встановленої теплової потужності котельні.

Враховуючи, що середня температура зовнішнього повітря за тими ж нормативами [1, 2] складає 4,1 °С для м. Ялта та - 6,6 °С для м. Сум (м. Київ

- 4,7 °C), котельні мають максимальну потужність яка є резервною на випадок найбільших морозів. Аналіз зміни теплового навантаження на котельню в залежності від температури зовнішнього повітря (табл. 2) демонструє, що тепла потужність у 200 кВт що витрачається на роботу блоку генерації електроенергії не буде задіяна у теплопостачанні будівлі до температури зовнішнього повітря -18 °C.

Таблиця 2. Зміна завантаженості дахової котельні в залежності від температури навколишнього середовища

Температура навколишнього середовища, °C	Температурний графік теплопостачання		Завантаження котельні, %
	T1, °C	T2, °C	
8	37,65	32,65	25,00
4	43,95	36,95	35,00
3	45,48	37,98	37,50
2	46,98	38,98	40,00
1	48,47	39,97	42,50
0	49,95	40,95	45,00
-1	51,42	41,92	47,50
-2	52,87	42,87	50,00
-3	54,30	43,80	52,50
-4	55,73	44,73	55,00
-5	57,15	45,65	57,50
-6	58,56	46,56	60,00
-7	59,95	47,45	62,50
-16	72,16	55,16	85,00
-17	73,48	55,98	87,50
-18	74,80	56,80	90,00
-19	76,11	57,61	92,50
-20	77,41	58,41	95,00
-21	78,71	59,21	97,50
-22	80	60	100,00

Запропонований аналіз демонструє що:

- використання на котельні електрогенеруючої установки на базі органічного циклу Ренкіна в якості незалежного джерела електричної енергії для покриття власних потреб є доцільним;
- найвищу енергетичну ефективність перетворення теплової у електричну енергію має холодоагент R1233zdE, незначно поступається вказаній речовині

R600;

- найвищу ефективність вироблення електроенергії мають установки під'єднанні до котелень з температурними графіками 105–70 °С та 95–70 °С.

Проте, використання електрогенеруючих установок на базі органічного циклу Ренкіна потребує вирішення таких питань:

- вторинне використання або утилізація низькопотенційної теплової енергії конденсації робочої речовини циклу;
- проаналізувати схеми приєднання генеруючих установок на базі органічного циклу Ренкіна до систем теплопостачання із врахуванням економічних витрат на впровадження та експлуатацію.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення та вентиляція та кондиціонування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ, 2013. 141 с.
2. ДСТУ-Н Б В.1.1-27: 2010.– [Дата введення 2011-11-01]. / Мінрегіонбуд України. – К.: Укразхбудінформ, 2011. – 123 с.

УДК 536.24

ГІДРОДИНАМІКА І ТЕПЛОБМІН ДВОФАЗНОГО ПОТОКУ В ПОЧАТКОВИХ ПЕТЛЯХ ПАРОПЕРЕГРІВАЧІВ КОТЛІВ З ПРИРОДНОЮ ЦИРКУЛЯЦІЄЮ

Туз В. О., д.т.н. проф.; Лебедь Н. Л., к.т.н., доц.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

HYDRODYNAMICS AND HEAT TRANSFER OF A TWO-PHASE FLOW IN THE INITIAL LOOPS OF SUPERHEATERS OF NATURALLY CIRCULATING BOILERS

Tuz V. O., ScD, Prof.; Lebed N. L., PhD, Assoc. Prof.

**National Technical University of Ukraine "Ihor Sikorskyi Kyiv
Polytechnic Institute"**

The results are presented: a comprehensive analysis of the processes of heat and mass transfer during the heating of a two-phase medium in the pipes of a superheater, which receives wet steam from the boiler drum.

Незадовільна робота сепараційних пристроїв, встановлених в барабанах котлів, приводить до винесення частини крапель води з підвищеним солевмістом у пароперегрівні поверхні парового котла і, як наслідок, появи шару, який