DOI: [10.32702/2307-2105-2020.2.60](https://doi.org/10.32702/2307-2105-2020.2.60)

УДК 330.322:336.741.231

*О. П. Нагорнюк,
доцент кафедри державних та місцевих фінансів,
факультет управління фінансами та бізнесу,
Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів
ORCID: 0000-0002-6382-8097*

ІНВЕСТИЦІЙНА ПРИВАБЛИВІСТЬ ІННОВАЦІЙНИХ МЕХАНІЗМІВ ДЛЯ АНТИКРИЗОВОГО УПРАВЛІННЯ ДІЯЛЬНІСТЮ ПІДПРИЄМСТВ З ПЕРЕРОБКИ ТА УТИЛІЗАЦІЇ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

*O. Nagornyuk,
Associate Professor, Department of State and Local Finance,
Faculty of Finance and Business Management,
Ivan Franko National University of Lviv, Lviv*

INVESTMENT ATTRACTIVENESS OF INNOVATION MECHANISMS FOR ANTI- CRISIS MANAGEMENT OF ENTERPRISE ACTIVITIES AND DISPOSAL OF HOUSEHOLD WASTE

Для сучасного суспільства важливими стають альтернативні способи виробництва теплової енергії та утилізація відходів діяльності. З'являється необхідність, отримання нових знань, технічних рішень та наукових ідей для вирішення цих проблем. Для одночасного вирішення цих двох важливих завдань, з метою оптимізації витрат та покращення стану довкілля запропоновано екологічне спалювання відходів за допомогою нового типу твердопаливних котлів без димарів - теплогенераторів, що мають зручні переваги в порівнянні із звичайними твердопаливними котлами. Характерною особливістю термогенераторів є можливість спалювання сировини вологістю до 50% та майже повне згоряння вторинних продуктів цього процесу завдяки наявності двох камер згоряння з температурою відповідно 700°C і 900°C, що на 200 °C більше за максимальну температуру для звичайних твердопаливних котлів. Екологічна привабливість цих пристроїв саме в тому, що немає необхідності застосовувати висотні димарі. Для забезпечення тепловою енергією приміщень об'ємом від 2,5 до 250 тис. м. куб. пропонується застосовувати термогенератори різної потужності від 100 кВт до 10 МВт, але їхня вартість відносно висока. Тому завданням даної роботи було виконання розрахунків ефективності даного способу утилізації горючих відходів, оцінка кількості отримання теплової енергії, встановлення терміну окупності затрат та рівня інвестиційної привабливості запропонованого проекту. Для виконання розрахунків використано відомі значення параметрів, коефіцієнтів та цін для апаратури та сировини спалювання. Звертається увага, що в процесі такого спалювання відходів є можливим додаткове отримання вторинної енергетичної сировини – біогазу та мазуту. У статті проведено розрахунки

економічної ефективності, терміну окупності та інвестиційної привабливості цього способу отримання теплової енергії та побічних енергоємних продуктів, в порівнянні з використанням газу в якості палива. Показано, що використання відходів в якості палива та теплогенераторів, у порівнянні з використанням газу, дає можливість зменшити витрати в 62 рази, а окупність технічної реалізації становить лише 1,1 роки. Також оцінено розмір додаткових доходів від паралельного отримання вторинної сировини – біогазу та мазуту. Зазначено доцільність проведення наступних досліджень для конкретних об'єктів тепло споживання та довільних об'єктів різного типу відходів.

For modern society, alternative ways of producing heat and recycling waste are important. There is a need to gain new knowledge, technical solutions and scientific ideas to solve these problems. In order to simultaneously address these two important challenges, in order to optimize costs and improve the environment, we have proposed the ecological burning of waste using a new type of solid fuel boilers without chimneys - heat generators, which have convenient advantages over conventional solid fuel boilers. A characteristic feature of thermal generators is the ability to burn raw materials with humidity up to 50% and almost complete combustion of by-products of this process due to the presence of two combustion chambers with a temperature of 700°C and 900°C respectively, which is 200°C higher than the maximum temperature for conventional solid fuel boilers. The environmental appeal of these devices is that there is no need to use tall chimneys. To provide heat to the premises from 2.5 to 250 thousand cubic meters. it is proposed to use thermal generators of different power from 100 kW to 10 MW, but their cost is relatively high. Therefore, the task of this work was to perform calculations of the efficiency of this method of utilization of combustible waste, estimate the amount of heat generation, establish the payback period and the level of investment attractiveness of the proposed project. The known values of parameters, coefficients and prices for combustion equipment and raw materials were used to perform the calculations. Attention is drawn to the fact that, in the process of such waste incineration, it is possible to obtain additional energy feedstock - biogas and fuel oil. The article calculates the cost-effectiveness, payback period and investment attractiveness of this method of producing heat energy and by-products, compared to using gas as a fuel. It is shown that the use of waste as fuel and heat generators, compared to the use of gas, makes it possible to reduce costs by 62 times, and the payback of technical implementation is only 1.1 years. The amount of additional income from the parallel production of secondary raw materials - biogas and fuel oil - was also estimated. The expediency of carrying out the following studies for specific objects of heat consumption and arbitrary volumes of different types of waste is stated.

Ключові слова: Утилізація відходів; екологічне спалювання відходів; термогенератори; розрахунки ефективності спалювання відходів.

Keywords: Waste management; ecological waste incineration; thermal generators; calculations of waste incineration efficiency.

Постановка проблеми. Процес утилізації відходів можна поєднати з одночасним вирішенням декількох взаємопов'язаних важливих проблем: покращенням екології довкілля, отриманням дешевої теплової енергії та додаткових енергетично важливих продуктів. Адже, з однієї сторони, відходи життєдіяльності являють собою справжнє екологічне лихо [1], що є реальною загрозою забруднення великих територій та пов'язаних з цим низки негативних наслідків для всього живого, а з другої сторони, саме у цих відходах акумульовані значні енергетичні запаси та вторинні ресурси.

Вже тепер екологічна ситуація на Україні досягла своєї критичної межі, адже в середньому, навіть без врахування виробничих відходів, кожна людина регулярно за 24 години створює біля 1 кг побутових відходів, і їх накопичення постійно зростає. Наразі в нас застосовується найбільш нераціональне та шкідливе зберігання відходів на звалищах, що є причиною забруднення не лише ґрунтів, під які вже витрачено понад 8 тис. гектарів землі [1], а й річок, озер та криниць.

Аналіз останніх досліджень: Проблемою утилізації відходів займається багато вчених: Е. Байєр, Г.П. Сапожнікова, У. Рис, М. Уекерейджел, С.С. Юфіт, П. Коннетт, Р. Мюррей, М. Джессен та ін.

Це пов'язано з тим, що вартість теплової енергії, необхідної для опалення значних площ та нагрівання великих об'ємів води, постійно зростає у відповідності із зростанням цін на газ та інші не відновлювальні енергоносії. Це стимулює пошуки альтернативних джерел енергії [2], таких як використання сонячної та вітрової енергії, що наразі є малоефективними для об'єктів, що потребують великої теплової потужності. Значною мірою ця проблема може вирішуватися шляхом спалювання горючої частини відходів, подібно [3], як це робиться в європейських країнах, де спалюється до 15% сміття. Адже таке спалювання, окрім утилізації відходів, дозволяє отримати не лише значну кількість теплової енергії, але й такі додаткові енергетичні продукти, як біогаз та мазут.

Формулювання цілей статті (постановка завдання): Дослідження економічної ефективності спалювання горючої частини відходів екологічно чистим способом за допомогою термогенераторів. Розрахунки рентабельності процесу спалювання відходів з метою пошуку оптимальної технічної реалізації, досягнення мінімальних затрат та низького терміну окупності.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для екологічного способу спалювання відходів звичайні твердопаливні котли не годяться не лише з причини їх низької потужності, а також через викиди шкідливих продуктів горіння в атмосферу. Для цього більш придатні бездимарні пристрої нового покоління, так звані термогенератори [4], що забезпечують майже повне згоряння не лише сировини, але і вигорання вторинних продуктів згоряння завдяки наявності двох камер згоряння з температурою відповідно 700 °С і 900 °С, що на 200 °С вища за максимальну температуру для звичайних котлів. Потужність таких теплогенераторів може бути від 100 кВт до 10МВт, що може забезпечити тепловою енергією приміщення відповідно від 2,5 до 250 тис. м³. Важливою особливістю термогенераторів є невибагливі вимоги до вологості сировини, що може досягати 50%. Тому екологічне спалювання відходів в цих пристроях забезпечує високу теплову енергію та можливість одночасного отримання додаткових енергетичних продуктів, таких як біогаз та мазут.

Для доцільності впровадження цього способу утилізації відходів проведемо оцінки та розрахунки його економічної ефективності, окупності та інвестиційної привабливості на основі застосування відомих норм, цін [5] та теплових параметрів речовин (табл. 1).

Таблиця 1
Параметри для розрахунків та ефективності теплогенераторів

№ з/п	Параметр	Позначення	Значення
1	Ціна газу для підприємств, грн. за м.куб.	C_{Γ}	11
2	Ціна відходів, грн. за тону	C_n	30
3	Вихід біогазу, м. куб з 1 тони відходів	B_g	200
4	Теплова потужність, що необхідна для нагрівання 1 м.куб приміщення, Вт	W_p	41
5	Питомий розхід газу, м. куб на 1 м. куб приміщення	P_{Γ}	7
6	Коефіцієнт заміщення газу відходами, кг/м. куб.	K_n	6
7	Вихід мазуту, тон з 1 тони відходів	M_l	0,25
8	Вартість теплогенератора за кожен 1 кВт потужності, грн.	V_l	2000
9	Ціна мазуту, грн. за тону	C_m	5500

Спочатку розрахуємо об'єм O_n приміщень, що можуть бути нагрітими теплогенераторами заданої потужності W_m , та вартість V_m цих теплогенераторів за формулами:

$$O_n = \frac{W_m}{W_p} \quad (1)$$

та

$$V_m = W_m \times V_l. \quad (2)$$

Далі, для порівняння із використанням відходів, обчислимо який був би необхідний об'єм O_{Γ} та вартість V_{Γ} газу відповідно для цих об'ємів 1-9 приміщень (табл. 2) за формулами:

$$O_{\Gamma} = O_n \times P_{\Gamma} \quad (3)$$

та

$$V_{\Gamma} = O_{\Gamma} \times C_{\Gamma}. \quad (4)$$

Таблиця 2.
Розрахунки вартості газу V_g для термогенераторів різної потужності

№ з/п	Об'єм приміщень, тис. м. куб	Площа приміщення, тис. м. кв.	Потужність теплогенератора, кВт	Вартість теплогенератора, тис. грн.	Річний об'єм газу для опалювання, тис. м. куб	Вартість газу, тис. грн.
1	250	83	10250,0	20500	1750	19250
2	200	67	8200,0	16400	1400	15400
3	150	50	6150,0	12300	1050	11550
4	100	33	4100,0	8200	700	7700
5	50	17	2050,0	4100	350	3850
6	15	5	615,0	1230	105	1155
7	10	3	410,0	820	70	770
8	5	2	205,0	410	35	385
9	2,5	1	102	205	17	192

Подібні розрахунки для цих же об'ємів приміщень 1 -9 проведемо у разі спалювання відходів замість використання газу (табл.3) із врахуванням коефіцієнта заміщення K_n (табл.1).

На основі розрахованої кількості газу та відомого коефіцієнта заміщення газу [5] відходами розрахуємо кількість відходів T_n , що може бути спалена теплогенераторами заданої потужності, та вартість цих відходів V_n :

$$T_n = K_n \times O_g \quad (5)$$

та

$$V_n = C_n \times T_n. \quad (6)$$

Як видно з таблиці 3, утилізація відходів за допомогою термогенераторів є технічно і економічно обґрунтованою з ефективністю 92.4% та економією у 62 рази, а низький термін окупності термогенераторів - 1,1 років зумовлює інвестиційну привабливість цього проекту.

Далі, на основі використання даних таблиці 1, оцінимо (табл.4) додатковий економічний ефект, що може бути отриманий в результаті отримання біогазу та мазуту під час утилізації відходів. Розрахуємо загальний вихід біогазу [6] та мазуту [7] в процесі екологічного спалювання відходів об'ємом 1-9 (табл.3).

Таблиця 3.
Розрахунки витрат, економічної ефективності та терміну окупності теплогенератора під час спалювання відходів

№ з/п	Кількість відходів, що може бути спалена, тис. тон	Вартість відходів, тис. грн.	Економія затрат на паливо, тис. грн.	Термін окупності термогенератора, років	Економічна ефективність, %	Економія коштів, у порівнянні з використанням газу, разів
1	2	3	4	5	6	7
1	10,50	315	18935	1,1	92,4	61
2	8,40	252	15148	1,1	92,4	61
3	6,30	189	11361	1,1	92,4	61
1	2	3	4	5	6	7
4	4,20	126	7574	1,1	92,4	61
5	2,10	63	3787	1,1	92,4	61
6	0,63	18,9	1136	1,1	92,4	61
7	0,42	12,6	757	1,1	92,4	61
8	0,21	6,3	379	1,1	92,4	61
9	0,11	3	189	1,1	92,4	61

За даними [8], ціна мазуту може коливатись від 5500 грн/т до 12500 грн/т в залежності від походження, тому найбільш коректними будуть розрахунки його вартості (табл. 4) для мінімальної ціни.

Таблиця 4.
Вихід мазуту та біогазу в процесі спалювання відходів

№ з/п	Кількість відходів, що може бути спалена, тис. тон	Вихід мазуту, тон	Вартість мазуту, грн.	Вихід біогазу, м. куб	Вартість біогазу, грн.
1	10,50	2625	14437500	2100000	23100000
2	8,40	2100	11550000	1680000	18480000
3	6,30	1575	8662500	1260000	13860000
4	4,20	1050	5775000	840000	9240000
5	2,10	525	2887500	420000	4620000
6	0,63	157,5	866250	126000	1386000
7	0,42	105	577500	84000	924000
8	0,21	52,5	288750	42000	462000
9	0,11	27,5	151250	22000	242000

Висновки. На основі отриманих результатів видно, що утилізація відходів через екологічне спалювання є не лише потрібна для очищення довкілля, але й дозволяє отримувати значний інвестиційно привабливий економічний ефект. Тому потрібно проводити далі дослідження для конкретних ситуацій та різних об'ємів утилізації відходів запропонованим способом.

Список використаних джерел.

1. Петровська І.П. Відходи: проблеми та шляхи вирішення їх утилізації / І.П. Петровська, А.С. Безугла // Сучасні проблеми економіки та підприємництва. – 2014. – Вип. 15. – С. 46-51.
2. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження. України. Альтернативна енергетика [Електронний ресурс]. URL: <http://saee.gov.ua/uk/ae>.
3. Сміттєспалювальний завод в Осло. [Електронний ресурс]. URL: <https://bio.ukr.bio.ua/articles/7731/>
4. НВФ ТОВ «Орбіта – Плюс». Теплогенератори. [Електронний ресурс]. URL: <http://bit.ly/2TU6yUJ>.
5. Норми та вказівки по нормуванню витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на господарсько – побутові потреби в Україні. Затверджено Держжитлокомунгоспом України 14.12.1993. [Електронний ресурс]. URL: <http://www.uazakon.com/big/text456/pg1.htm>.
6. Гроші із сміття. Біогазові установки. [Електронний ресурс]. URL: http://texty.org.ua/pg/article/editorial/read/62202/Groshi_iz_smitta_Biogazovi_ustanovky_dozvolajut_velykym
7. Переробка сміття в ногу з часом. [Електронний ресурс]. URL: <http://jkg-portal.com.ua/ua/publication/one/pererobka-smittja-v-nogu-z-chasom-32077>
8. Мазут. [Електронний ресурс]. URL: <http://www.agroservice2000.com.ua/mazut/>

References.

1. Petrovska, I.P. and Bezuhla, A.S. (2014), "Waste: problems and ways to solve their disposal", *Suchasni problemy ekonomiky ta pidpriemnytstvo*, vol. 15, pp. 46-51.
2. State Agency for Energy Efficiency and Energy Conservation. Of Ukraine. Alternative Energy, [Online], available at: <http://saee.gov.ua/uk/ae> (Accessed 20 Jan 2020).
3. Oslo waste incineration plant, [Online], available at: <https://bio.ukr.bio.ua/articles/7731/> (Accessed 20 Jan 2020).
4. Orbit - Plus LLC. Heat generators, [Online], available at: <http://bit.ly/2TU6yUJ> (Accessed 20 Jan 2020).
5. Norms and guidelines for normalization of fuel and heat consumption for heating of residential and public buildings, as well as for economic and household needs in Ukraine. Approved by the State committee of Ukraine on hospital and communal economy 14.12.1993, [Online], available at: <http://www.uazakon.com/big/text456/pg1.htm>.
6. Trash money. Biogas plants, [Online], available at: http://texty.org.ua/pg/article/editorial/read/62202/Groshi_iz_smitta_Biogazovi_ustanovky_dozvolajut_velykym (Accessed 20 Jan 2020).
7. Recycling trash with the times, [Online], available at: <http://jkg-portal.com.ua/ua/publication/one/pererobka-smittja-v-nogu-z-chasom-32077> (Accessed 20 Jan 2020).
8. Oil fuel, [Online], available at: <http://www.agroservice2000.com.ua/mazut/> (Accessed 20 Jan 2020).

Стаття надійшла до редакції 25.01.2020 р.