

HEAT POWER ENGINEERING

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-340-8-8>

ESTIMATION OF THE WEIGHTED AVERAGE COST OF THERMAL ENERGY FOR THE LIFE CYCLE FROM A WASTE INCINERATION PLANT UNDER DIFFERENT TECHNOLOGICAL SCHEMES OF PRODUCTION

OSZACOWANIE ŚREDNIEGO WAŻONEGO KOSZTU ENERGII CIEPLNEJ W CYKLU ŻYCIA SPALARNI ODPADÓW KOMUNALNYCH PRZY RÓŻNYCH SCHEMATÓW TECHNOLOGICZNYCH PRODUKCJI

Kuts H. O. Kuts H. O.

*Candidate of Technical Sciences, Senior
Research Fellow,
Senior Researcher at the Department of
Forecasting Energy Efficiency and
Prospective Fuel and Energy Balances
General Energy Institute of the National
Academy of Sciences of Ukraine
Kyiv, Ukraine*

*Doktor Inżynier, Starszy Pracownik
Naukowy,
Starszy Pracownik Naukowy na Wydziale
Prognozowania Wskaźników Efektywności
Energetycznej oraz Perspektywicznych
Bilansów Paliwowo-Energetycznych
Instytut Energii Ogólnej Narodowej
Akademii Nauk Ukrainy
Kijów, Ukraina*

Maliarenko O. Ye. Maliarenko O. Ye.

*Candidate of Technical Sciences, Senior
Research Fellow,
Leading Researcher at the Department of
Forecasting Energy Efficiency and
Prospective Fuel and Energy Balances
General Energy Institute of the National
Academy of Sciences of Ukraine
Kyiv, Ukraine*

*Doktor Inżynier, Starszy Pracownik
Naukowy,
Czołowy Badacz na Wydziale
Prognozowania Wskaźników Efektywności
Energetycznej oraz Perspektywicznych
Bilansów Paliwowo-Energetycznych
Instytut Energii Ogólnej Narodowej
Akademii Nauk Ukrainy
Kijów, Ukraina*

Pavliuk N. Yu. Pavliuk N. Yu.

*Candidate of Technical Sciences,
Leading Researcher at the Department of
Heat-Physical Problems of Heat Supply
Systems Laboratory of Thermophysics
Processes
Boilers Institute of Engineering
Thermophysics of the National Academy of
Sciences of Ukraine
Kyiv, Ukraine*

*Doktor Inżynier,
Czołowy Badacz na Wydziale Problemów
Termofizycznych Systemów Zaopatrzenia w
Ciepło Laboratorium Procesów
Termofizycznych w Kotłach
Instytut Termofizyki Technicznej Narodowej
Akademii Nauk Ukrainy
Kijów, Ukraina*

Jednym z ważnych problemów gospodarki Ukrainy powinno być rozwiązanie problemu zagospodarowania stałych odpadów komunalnych i wykorzystanie ich jako paliwa. Zgodnie oficjalnych danych statystycznych oraz artykułu [1,2] na każdego mieszkańca Ukrainy po aneksji niektórych terytoriów Ukrainy przez Federację Rosyjską w 2014 r. i przed rozpoczęciem aktywnych działań wojennych oraz aneksją niektórych terytoriów Ukrainy przez Federację Rosyjską w 2022 r. przypadało około 250 kg komunalnych odpadów stałych (KOS). Rocznie wytwarzano ich około 10 mln Mg, z czego przetwarza się do 8% określonej ilości KOS (w krajach UE odsetek ten wynosi około 60%) [3]. Na Ukrainie istnieje ponad 6 tys. składowisk odpadów stałych, które zajmują 9 tys. hektarów ziemi [4]. Z pięciu wybudowanych spalarni odpadów (które znajdowały się w Kijowie, Dnieprze, Charkowie, Równem, Sewastopolu) obecnie w Kijowie działa jedyna w kraju spalarnia odpadów „Energia”. Zakład przetwarza 250 tys. Mg/r. KOS, co stanowi 25% całkowitej ilości odpadów komunalnych w mieście Kijowie [5]. Zakład wytwarza 200 tys. Gcal energii cieplnej na cele centralnego ogrzewania i wytwarzania ciepłej wody użytkowej 80 tys. mieszkań w dzielnicy Poznyaki w Kijowie. Dla porównania, na świecie działa obecnie ponad 2 500 spalarni odpadów, przy czym 1 200 instalacji znajduje się w Japonii, 500 w USA, 504 w Europie, 117 we Francji i 100 w Niemczech [3; 6; 7; 8; 9]. Spośród istniejących technologii utylizacji i przetwarzania odpadów komunalnych, najbardziej energetycznie i ekonomicznie opłacalna jest technologia ich spalania z jednoczesnym wytwarzaniem energii cieplnej i elektrycznej [3; 5]. W temperaturze spalania 850–1300 °C większość szkodliwych substancji z odpadów stałych zostaje unieszkodliwiona i znika nieprzyjemny zapach [10]. O właściwościach technologicznych odpadów stałych decyduje ich skład organiczny, ciepło spalania odpadów składowych, wydajność produktów spalania, właściwości termofizyczne oraz dynamika reakcji termicznych w procesach spalania [11]. Dlatego przy stosowaniu odpadów stałych jako paliwa konieczne jest określenie zawartości wilgoci, substancji palnych i popiołu w nich dla różnych okresów w roku, ponieważ od tego zależy ciepło spalania, którego wartość determinuje stały proces o ich spalaniu. Dla stałych odpadów komunalnych wartość kaloryczna odpadów mieści się w przedziale 5.2–7.5 MJ/kg, co nie ustępuje takim paliwom jak węgiel brunatny czy łupek palny [12]. Stałe spalanie KOS może odbywać się w warunkach wilgotności $W^p \leq 50\%$, zawartości popiołu $A^p \leq 60\%$ oraz substancji palnych $C > 25\%$ (trójkąt Tenera) [13]. Wyjście poza trójkąt wymaga dodatkowego paliwa do spalania KOS, czyli ponownego przerobu z wydzieleniem z masy kompostowanej części odpadów (odpadów spożywczych) jako składnika najbardziej wilgociochłonnego. Ze względu na rodzaj wytwarzanej energii instalacji termicznego przekształcania odpadów komunalnych (ITPOK) dzieli się na: spalarnia odpadów (SOC), która wytwarzają parę wodną lub gorącą wodę do miejskiej sieci ciepłowniczej bez wytwarzania energii elektrycznej; spalarnia odpadów (SOE) które wytwarzają

енергію електричною kosztem пари в котлах; спаларня odpadów w kogeneracji (SOK) produkuje zarówno ciepło, jak i енергію електричною. Należy zauważyć, że kotły utylizacyjne są przystosowane nie tylko do spalania odpadów stałych, ale również wykorzystują ciepło gazów odlotowych ze spalania paliw kopalnych. Zasadniczo spalarnie odpadów mają za zadanie nie tylko rozwiązać problem spalania odpadów komunalnych, ale także zapewnić maksymalne unieszkodliwienie szkodliwych substancji, których zawartość często przekracza dopuszczalne normy. Podczas spalania KOS w kotłach gromadzi się znaczna ilość żużla i popiołu, dlatego ich utylizacja wymaga dodatkowej obróbki z wykorzystaniem szeregu zakładów przetwórstwa żużla. Najbardziej akceptowalna jest technologia łączona, zgodnie z którą odpady stałe są wykorzystywane jako źródło energii i surowców wtórnych do dalszego wykorzystania. Do porównania efektywności różnych technologii wytwarzania energii w praktyce światowej stosuje się wskaźnik średniego ważonego kosztu wytworzenia energii w całym cyklu życia LCOE lub LCOH (Levelised Cost Of Energy/Levelized Cost Of Heat) [14]. Wskaźnik ten jest uniwersalny do porównywania różnych rodzajów technologii wytwarzania energii [15]. Wartość średnioważonego kosztu energii cieplnej w cyklu życia, z uwzględnieniem składnika ekologicznego przy różnych stopach dyskontowych (0-15%), obliczona dla prostego schematu (spalarnia odpadów w Kijowie) waha się w 3,954.2–3,993.8 UAH/Gcal w cenach z 2021 r. lub 128.19-129.48 Euro/Gcal według kursu NBU z dnia 24.12.2021 r. [16]. Dla schematu kombinowanego [17], ten wskaźnik energii cieplnej był 1,445.5-1,776.58 UAH/MWh [18] lub 1,681.12-2,066.16 UAH/Gcal (54.5-66.98 Euro/Gcal).

Literatura:

1. Поводження з ТПВ. URL: <https://uhp.org.ua/changes/povodzhennya-z-tpv/>.
2. Малярєнко О.Є. Напрями утилізації твердих побутових відходів в Україні. Актуальні проблеми та перспективи розвитку фундаментальних, прикладних, загальнотехнічних та безпекових наук: Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, Київ, 29 червня 2022 р. Київ: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2022. 124 с. С. 60–64.
3. Зарубіжний досвід електро- та теплопостачання на основі впровадження екологоефективних біопаливних технологій. Мінерго-вугілля України. ДП «НЕК Укренерго». Київ. 10/2017. URL: https://ua.energy/wp-content/uploads/2017/05/Biopalyvni_tehnologiyi.pdf
4. DiXi Group – центр аналітичних досліджень. URL: <https://digigroup.org/comment/chi-dostatno-novogo-zakonu-dlya-vprovadzhennya-yevropejskoyi-sistemi-upravlinnya-vidhodami-v-ukrayini/>.
5. Ревуцька Т. Бородкін О. Енергетична утилізація сміття: як в Україні виробляти тепло та електроенергію з побутових відходів. URL: <https://vkr.ua/publication/energetichna-utilizatsiya-smitty-a-yak-v-ukrayini-viroblyati-teplo-ta-elektroenergiyu-z-pobutovikh-vidkhodiv>.

6. Компанія Danfoss і централізоване тепlopостачання в Данії. URL: <https://www.danfoss.com/uk-ua/about-danfoss/our-businesses/heating/knowledge-center/heating-school/danfoss-and-district-heating-in-denmark>.

7. Яковлева Т. Сміттєпереробний завод у Швеції щорічно заробляє на енергії з відходів 79 млн євро. URL: <https://ecotown.com.ua/news/Smittyepererobnyu-zavod-u-SHvetsiyi-shchorichno-zaroblyaye-na-enerhiyiz-vidkhodiv79-mln-evro-rik/>

8. Waste-to-Energy Plants in Europe in 2020. URL: <https://www.cewep.eu/waste-to-energy-plants-in-europe-in-2020/>

9. Шаунберг Т., Лось П. Що німці роблять з пластиковим сміттям і наскільки це екологічно? URL: <https://p.dw.com/p/3SaV0>

10. Завод «Енергія» КИЇВЕНЕРГО. URL: <http://www.kievenergo.com.ua/ua/filials/energiya/>

11. Сігал О.І., Крикун С.С., Павлюк Н.Ю. Сатін І.В., Плашихін С.В., Кіржнер Д.А., Семенюк М.В., Каменьков Г.Б. Дослідження кількості теплоти, що виділяється при спалюванні змішаних твердих побутових відходів м. Києва. *Промышленная теплотехника*. 2017. Т. 39. № 3. С. 78–84. URL: <http://ihe.nas.gov.ua/index.php/journal/issue/view/3>

12. Павлюк Н.Ю. Сігал О.І. Підходи до проблеми поводження з твердими побутовими відходами в світі та в Україні. *Промышленная теплотехника*. 2015. Т. 37. № 3. С. 74–81 URL: <https://ihe.nas.gov.ua/index.php/journal/issue/download/14/all-37-3-2015>

13. Komilis D., Kissas K., Symeonidis A. Effect of organic matter and moisture on the caloric value of solid wastes: An update of the Tanner diagram. *Waste Management*. V. 34, Issue 2. P. 249–255.

14. Baez, M.J., Larriba Martínez, T. Technical Report on the Elaboration of a Cost Estimation Methodology. Creara, Madrid, Spain. 2015. № D.3.1. 28 p.

15. Levelised Cost of Electricity Calculator. URL: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/levelised-cost-of-electricity-calculator>

16. Архів курсів – Курс НБУ: 24.12.2021. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/exchange/archive/nbu/curr/2021-12-24/>

17. Будівництво Підприємства з виробництва енергії з відходів у Пролетарському районі м. Донецька. Техніко-економічне обґрунтування. Том 1. 71 с. URL: https://unece.org/DAM/env/pp/compliance/C2013-87/Communication/Annexes/5_Feasibility_Study_TEO_.pdf

18. Маляренко О.Є., Куц Г.О. Методологія та оцінка середньозваженої собівартості теплової та електричної енергії, що виробляються сумісно на сміттєспалювальному заводі. Scientific progress: innovations, achievements and prospects. Proceedings of the 10th International scientific and practical conference. MDPC Publishing. Munich, Germany. 2023. Pp. 389- 395. URL: <https://sci-conf.com.ua/x-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiyascientific-progress-innovations-achievements-and-prospects-25-27-06-2023-myunhennimechchina-arhiv/>.