

УДК 622.271

Дмитрук О.В. старший викладач кафедри нафтогазової інженерії та буріння**Саїк П.Б. доцент кафедри гірничої інженерії та освіти***(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна)***Лисий Н.Р. аспірант кафедри екологічної безпеки***(Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, м. Львів, Україна)*

ВУГЛЕЦЕВМІСНІ ВІДХОДИ: ЇХ РОЛЬ У ВИРІШЕННІ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПРОБЛЕМ

У ХХІ столітті людство зіткнулося з двома глобальними викликами: зростанням кількості відходів та нестачею традиційних джерел енергії. І якщо ще донедавна сміття вважалося суто екологічною проблемою, то сьогодні воно розглядається як цінний енергетичний ресурс. Утилізація відходів із виробленням енергії – це приклад того, як техногенні проблеми можуть трансформуватись у можливості сталого розвитку. Нині у сучасному світі питання забезпечення людства енергоресурсами набуває дедалі гострішого значення та є важливою науково-практичною задачею. У цьому контексті особливе місце займають вуглецевмісні відходи, які можуть слугувати ефективним паливно-енергетичним ресурсом. Необхідно відмітити, що, поряд із функцією зменшення обсягів відходів, вони можуть забезпечувати локальні енергетичні потреби, створювати нові робочі місця та сприяти екологічному відновленню територій.

Загалом можна виділяти шість основних груп вуглецевмісних відходів, що забезпечують цілісний підхід до аналізу джерел їх утворення та визначення можливостей їх енергетичного використання. До першої групи відносяться побутові органічні відходи, що представлені харчовими залишками, папером, картоном, текстильними відходами, а також відходами деревини, тирси тощо. До другої групи можемо віднести відходи сільськогосподарської продукції серед яких можна виділити соломку, стебла кукурудзи та лушпиння, гній, послід тварин, залишки тваринних кормів, відходи переробки овочів та фруктів. Третя група – лісогосподарські відходи, що включають тріску та деревні залишки після лісозаготівлі. Четверта група включає відходи промисловості, які можна поділити на відходи гірничодобувного, нафтохімічного, харчового та текстильного сектору. Біологічні відходи, що включають рештки тваринного походження відносяться до п'ятої групи. Окремою групою є гумові та полімерні вироби – використані шини, пластик, синтетичні матеріали.

На сьогодні відома низка технічних та технологічних рішень щодо утилізації вище зазначених відходів, які спрямовані на оптимальне використання енергетичного потенціалу вуглецевмісних матеріалів та мінімізацію їхнього негативного впливу на довкілля. Це особливо актуально в умовах енергетичної трансформації, коли людство шукає нові, стійкі джерела енергії та ефективні способи управління відходами. Основними цілями сучасних рішень щодо поводження з відходами є максимальна утилізація органічної складової відходів; зменшення викидів парникових газів; скорочення об'ємів захоронення, збереження ресурсів за рахунок повторного використання матеріалів у виробничих ланцюгах та формування енергетичної незалежності регіонів використовуючи місцеві ресурси для енергопостачання.

Основні технології отримання енергії з вуглецевмісних відходів поділяються на дві великі групи: термохімічні та біохімічні процеси. До термохімічних належать спалювання, піроліз і газифікація, при яких органічні речовини розкладаються під дією високих температур із виділенням тепла або горючих газів. Ці методи особливо ефективні для твердих побутових відходів, гуми, полімерів і шлаків. Біохімічні процеси включають анаеробне зброджування та компостування, що передбачають участь мікроорганізмів у розкладанні органіки з утворенням біогазу та тепла. Такі технології

доцільні для переробки сільськогосподарських, харчових і побутових органічних залишків. Сукупне застосування цих методів забезпечує максимально ефективне використання енергетичного потенціалу відходів.

Авторами роботи [1] підкреслено, що система переробки твердих побутових відходів з енергетичною утилізацією є екологічно і економічно виправданою. Сучасні технології дозволяють не лише скорочувати обсяги сміття, а й зменшувати енергетичний дефіцит. Найбільш ефективним вважається поєднання термохімічних та біохімічних методів, як зазначено в роботі [2]. Автори також наголошують на важливості каталізаторів для підвищення виробництва водню та потенційних технологічних та економічних переваг цих методів. Ефективність виробництва енергії залежить від умов експлуатації та складу сировини. Наприклад, торрефікація муніципальних твердих відходів, проведена при температурі 200 °С, дозволяє отримати продукт з теплотою згоряння 33,01 МДж/кг. Цей процес сприяє підвищенню калорійності відходів, що є важливим для їх подальшого використання в енергетичних цілях. З іншого боку, застосування технології спільного піролізу зернових та арахісових відходів при температурі 540 °С дозволяє виробляти паливо з теплотою згоряння 31,44 МДж/кг. Цей метод є ефективним для перетворення аграрних відходів в цінне паливо, збагачене енергією. Додатково, газифікація при 800 °С виявляється особливо ефективною для переробки пластмас, забезпечуючи високий рівень перетворення вуглецю до 94,48%. Це свідчить про високу ефективність цього процесу для синтетичних матеріалів. У порівнянні, деревні відходи та трав'яні гранули показують нижчу ефективність перетворення вуглецю, що коливається від 70 до 75%. Така різниця у результативності газифікації підкреслює важливість вибору відповідного вихідного матеріалу для максимізації енергетичного потенціалу даного процесу.

В Україні значна частина вуглецевмісних відходів складається з відходів вуглезбагачення. Ці відходи є результатом вугільної промисловості, яка традиційно відіграє важливу роль в енергетичному секторі країни. Особливістю вуглецевмісних відходів є їх високий потенціал у виробництві енергії завдяки значному вмісту вуглецю. Це відкриває можливості для використання таких технологій, як газифікація та піроліз, що дозволяють перетворювати вуглецевмісні відходи на теплову та електричну енергію. Водночас, реалізація таких проєктів вимагає значних інвестицій у розвиток відповідної інфраструктури та технологій. При тому впровадження технологічних рішень при газифікації вугілля у комплексному взаємозв'язку з технологією підземної газифікації дозволить значно збільшити ефективність використання вугільних ресурсів, зменшити екологічний вплив традиційних методів видобутку та спалювання вугілля, а також відкрити нові можливості для виробництва чистої енергії.

Таким чином, отримання енергії з відходів на теренах нашої країни є важливим етапом формування енергонезалежності, що включає розвиток інфраструктури для переробки, а також впровадження новітніх технологій для максимізації енергетичного потенціалу відходів. Загалом, комплексний підхід до переробки вуглецевмісних відходів у масштабах України може відіграти ключову роль у сталому розвитку енергетичного сектору країни, забезпечуючи екологічну безпеку та зниження залежності від традиційних джерел енергії.

Вдячність. Представлені результати отримано у рамках виконання науково-дослідної роботи ГП-512 «Когазифікація вуглецевмісної сировини при вигазовуванні надтонких вугільних пластів з орієнтацією на отримання водню» (№д/р 0123U100985).

Список використаних джерел:

1. Shah, A. V., Srivastava, V. K., Mohanty, S. S., & Varjani, S. (2021). Municipal solid waste as a sustainable resource for energy production: State-of-the-art review. *Journal of*

Environmental Chemical Engineering, 9(4), 105717.
<https://doi.org/10.1016/j.jece.2021.105717>

2. Nandhini, R., Berslin, D., Sivaprakash, B., Rajamohan, N., & Vo, D.-V. N. (2022). Thermochemical conversion of municipal solid waste into energy and hydrogen: a review. Environmental Chemistry Letters, 20(3), 1645–1669. <https://doi.org/10.1007/s10311-022-01410-3>