

## Właściwości energetyczne osadów ściekowych

Kacper Świechowski  
Katedra Biogospodarki Stosowanej, Wydział Przyrodniczo-Technologiczny, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu,  
ul. Chełmońskiego 37a, 51-630 Wrocław  
kacper.swiechowski@upwr.edu.pl

Osady ściekowe powstają jako odpad w procesie oczyszczania ścieków. Ze względu na rodzaj i właściwości oczyszczanych ścieków, rodzaj technologii wykorzystanej do oczyszczania ścieków oraz etap oczyszczania (np. osady wstępne, przefermentowane, odwodnione) powstają osady ściekowe o zróżnicowanych właściwościach i podatności na dalsze procesy przetwarzania [1]. Głównym rodzajem osadów ściekowych powstających w typowej oczyszczalni ścieków jest nadmiarowy osad czyny. Osad czynny powstaje w komorze napowietrzania, a wydzielany jest ze strumienia oczyszczanych ścieków w osadniku wtórnym. Osad czynny jest żywą zawiesziną mikroorganizmów zdolnych do prowadzenia procesów utleniania związków organicznych, nityfikacji, denityfikacji lub wykazujących zdolność do kumulowania fosforu [2]. Osady ściekowe ze względu na swoje właściwości mogą stanowić zagrożenie dla zdrowia ludzi oraz środowiska naturalnego. W celu ograniczenia szkodliwego oddziaływania oraz zmniejszenia ilości osadów ściekowych do zagospodarowania, osady ściekowe poddaje się dalszym procesom przeróbki. Do typowych procesów zalicza się zagęszczenie, stabilizację, odwodnienie i suszenie [1]. Następnie szeroko pojęty odzysk lub/i recykling, a w przypadku braku możliwości wykorzystania – unieszkodliwienie.

W przypadku energetycznego wykorzystania osadów ściekowych, najistotniejszymi parametrami są zawartość materii organicznej oraz wilgotność. Oba parametry mają decydujący wpływ na ilość energii jaką będzie można pozyskać ze spalania osadów. Zawartość materii organicznej wpływa bezpośrednio na zawartość części palnych i niepalnych w materiale. Im więcej materii organicznej, tym więcej substancji palnych które mogą zostać spalone wytwarzając energię. Natomiast im więcej wody w osadzie ściekowym, tym mniej energii będzie można wykorzystać, gdyż energia ze spalania suchej masy osadów będzie tracona do odparowania wody [2]. Ilość energii możliwą do uzyskania ze spalania danego paliwa określa się poprzez określenie parametrów ciepła spalania oraz wartości opałowej. Z praktycznego punktu widzenia, do określenia ilości energii możliwej do wykorzystania ze spalania konkretnego osadu w stanie roboczym (stan w jakim osad jest stosowany jako paliwo) wykorzystuje się wartość opałową. Wartość opałowa określa ilość energii jaką można uzyskać ze spalania danego materiału, pomniejszoną o ilość energii zużytej na odparowanie wody zawartej w paliwie oraz wody powstałej na skutek spalania wodoru zawartego w suchej masie osadów. Natomiast ciepło spalania określa całkowitą energię wydzieloną ze spalania suchej masy paliwa, bez uwzględnienia strat energii związanych z odparowaniem wody. W związku z czym ciepło spalania można stosować porównując potencjał energetyczny różnych osadów ściekowych.



Ponadto w celu określania potencjału i porównywania jakości paliw stałych stosuje analizę techniczną oraz analizę elementarną. Analiza techniczna obejmuje wyznaczenie zawartości wilgoci, części lotnych, węgla związanego oraz zawartości popiołu. Natomiast analiza elementarna obejmuje wyznaczenie składu pierwiastkowego, w tym węgla, wodoru, azotu, siarki i tlenu [2, 3]. Jak już wspomniano, właściwości osadów ściekowych zależą od wielu parametrów. W tabeli 1 przedstawiono podstawowe właściwości energetyczne osadów ściekowych pochodzących z zakładowych oczyszczalni ścieków z przemysłu mleczarskiego oraz komunalnych oczyszczalni ścieków. Wartości przedstawione w tabeli mają charakter poglądowy, a wartości energetyczne osadów ściekowych mogą różnić się znacząco między oczyszczalniami ścieków.

Tabela 1. Podstawowe właściwości energetyczne osadów ściekowych (opracowanie własne na podstawie [4-7]).

Pochodzenie	MC, %	VS, %	C, %	H, %	N, %	S, %	O, %	HHV, MJ/kg	LHV, MJ/kg
Osady ściekowe z przemysłu mleczarskiego	89.6	56.2	26.4	2.3	4.9	1.0	21.6	9.0	0.88
	88.3	80.7	40.7	4.8	7.2	1.7	26.2	13.9	1.50
	86.0	73.8	37.5	4.5	7.0	1.2	23.5	12.8	1.65
	86.5	63.1	28.3	4.4	5.6	0.9	23.9	9.7	1.17
Komunalne osady ściekowe	82.1	56.4	43.6	6.4	3.8	2.8	14.6	21.0	3.49
	-	63.9	36.1	5.5	6.2	1.1	22.2	16.2	2.69
	36.8	78.7	21.3	3.6	3.7	0.6	13.6	10.7	1.76
	-	71.0	29.0	4.2	4.5	1.2	18.1	13.5	2.25

MC – wilgotność w stanie roboczym, VS – zawartość materii organicznej w suchej masie, C, H, N, S, O – zawartość pierwiastków w suchej masie, HHV – ciepło spalania, LHV – wartość opałowa w stanie roboczym

Zawartość wody w osadach z zakładowych oczyszczalni ścieków z przemysłu mleczarskiego wynosi od około 80 do około 90%, zawartość materii organicznej od 56% do 80%, ciepło spalania od 9 do 14 MJ/kg a wartość opałowa w stanie roboczym od 0,8 do 1,65 MJ/kg. Zarówno wartości ciepła spalania oraz wartość opałowa osadów z przemysłu mleczarskiego są niższe niż w przypadku komunalnych osadów ściekowych, które to odpowiednio zawierają się w zakresie od 13 do 21 MJ/kg i od 1,8 do 3.5 MJ/kg. Możliwość termicznego przekształcenia dowolnego odpadu determinuje wartość opałowa, która w przypadku osadów z przemysłu mleczarskiego jest relatywnie niska i uniemożliwia ich samodzielne spalanie bez uprzedniego przygotowania, np. suszenia. O ile spalanie osadów ściekowych z przemysłu mleczarskiego w celach energetycznych nie wydaje się atrakcyjne, można rozważyć ich wykorzystanie do obniżenia emisji CO<sub>2</sub> w elektrociepłowniach w procesie współspalania lub jako substrat w monospalarniach osadów ściekowych wyposażonych w systemy odzysku fosforu z popiołu.



## Literatura

1. Bień J., Wystalska K., Przekształcanie Osadów Ściekowych W Procesach Termicznych. Wydawnictwo Seidel-Przywecki, 2009, ISBN: 978-83-60956-15-1.
2. Wielgosiński G., Termiczne przekształcanie odpadów. Wydawnictwo Nowa Energia, 2020, ISBN: 9788392858256.
3. Wandrasz J.W, Wandrasz A. J., Paliwa formowane – Biopaliwa i paliwa z odpadów w procesach termicznych. Wydawnictwo Seidel-Przywecki. 2006, ISBN 83-919449-7-2.
4. Kwapinska M., Pisano I., Leahy J.J., Hydrothermal carbonization of milk/dairy processing sludge: Fate of plant nutrients, Journal of Environmental Management, 2023, doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118931.
5. Khalaf N, Shi W, Kwapinski W, Leahy J. Hydrothermal carbonization (HTC) of dairy waste: effect of temperature and initial acidity on the composition and quality of solid and liquid products. Open Res Europe 2022, 2:83, doi.org/10.12688/openreseurope.14863.1.
6. Niu X., Shen L., Jiang S., Gu H., Xiao J., Combustion performance of sewage sludge in chemical looping combustion with bimetallic Cu–Fe oxygen carrier. Chemical Engineering Journal, 2016, doi.org/10.1016/j.cej.2016.02.115.
7. Hejna, M.; Świechowski, K.; Białowiec, A. Study on the Effect of Hydrothermal Carbonization Parameters on Fuel Properties of Sewage Sludge Hydrochar. Materials 2023, 16, 6903. <https://doi.org/10.3390/ma16216903>.