

Marietta MARKIEWICZ-PATALON, Jerzy KASZKOWIAK, Sylwester Borowski

e-mail: marietta.markiewicz@utp.edu.pl

Instytut Eksploatacji Maszyn i Transportu, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz

Wstępne badania wpływu ciśnienia prasowania na gęstość odpadów z różnych rodzajów tworzyw sztucznych

Wstęp

Tworzywa sztuczne z polimerów syntetycznych i przetwarzanych polimerów naturalnych (np. celulozy) charakteryzują się małą gęstością, łatwością przetworstwa oraz podatnością na wysokie temperatury [Szlezynghier i Brzozowski, 2012]. Ze względu na szerokie możliwości zastosowania umożliwiają wytwarzanie nowych produktów o lekkiej konstrukcji i konkurencyjnych parametrach w stosunku do innych materiałów – jak np. polimery nanohybrydowe [Janowski i Pielichowski, 2008].

Odpady powstające przy działalności produkcyjnej, w której wykorzystuje się tworzywa sztuczne, są wartościowym surowcem ze względu na możliwości ich powtórnego wykorzystania [Majka i Majka, 2012].

Odpady polimerowe pozwalają również na pozyskanie z nich energii wykorzystywanej jako składnik paliwa alternatywnego. Utylizacja tworzyw sztucznych, które nie nadają się do ponownego przetworzenia, polega na ich spalaniu w odpowiednio przystosowanych spalarniach ze względu na emitowane podczas spalania trujące dioksyny. Wartość opałowa odpadów z tworzyw sztucznych wynosi ok. 40 MJ/kg. W Polsce w 2015 roku wytworzono 7193,2 Mg odpadów z tworzyw sztucznych, z czego tylko 7% zostało poddane procesom odzysku. Pozostałe odpady poddano procesom spalania lub składowano na wysypiskach.

Odzyskiwanie energii z odpadów poprzedzone jest procesem segregacji polegającym na rozmieszczeniu poszczególnych sekcji odpadów i przyporządkowaniu ich do odpowiednich grup zgodnie ze składem chemicznym i procesem dalszego unieszkodliwiania [Górski, 2009]. Za wstępne przygotowanie odpadów uznaje się ich segregację zgodną ze składem chemicznym i dalszym przeznaczeniem i formowanie odpadów w bele z pośrednictwem belownicy poziomej [Kulczycka i in., 2008]. Odpady posegregowane formowane są w bele o różnych gęstościach. Formowanie odpadów uzależnione jest od możliwości pojazdów transportowych, stąd w celu zminimalizowania masy bel i zwiększenia możliwości przewozowych ładunków ważny jest odpowiedni dobór parametrów belownicy.

Celem pracy było określenie zmian gęstości odpadów z tworzyw sztucznych zagęszczanych w belownicy poziomej.

Badania doświadczalne

Materiały. Badania przeprowadzono w wybranym przedsiębiorstwie zajmującym się recyklingiem tworzyw sztucznych, które prowadzi zbiórkę odpadów z zakładów przemysłowych, wstępnie ich przygotowanie oraz transport do miejsca odzysku lub utylizacji.

Przedsiębiorstwo segreguje oraz przetwarza odpady z: polietylenu (PE), polipropylenu (PP), politeraftalanu etylenu (PET).

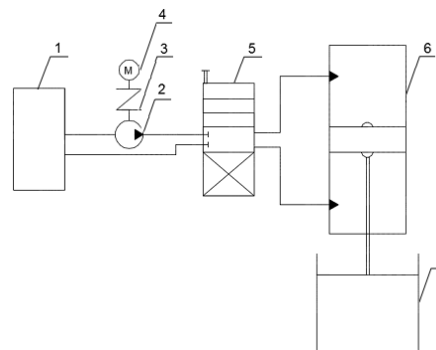
Badane odpady z tworzyw sztucznych były odpadami opakowaniowymi, pochodzącymi z zakładów produkcyjnych. Odpady polietylenowe to przede wszystkim folie o różnych grubościach, które podzielić można na folie polietylenowe o dużej gęstości (PEHD) oraz folie polietylenowe niskiej gęstości (PELD) [Dyrektwa PE i R., 2008]. Politeraftalan etylenu stosowany jest przede wszystkim w produkcji butelek do napojów oraz sztucznych włókien. Odpady z grupy materiałów polipropylenowych, przetwarzane w omawianym przedsiębiorstwie recyklingowym, to głównie paski oraz nakrętki do butelek i kartonów wielowarstwowych.

Ilości odpadów przetwarzanych w wybranym przedsiębiorstwie przedstawiono w tab. 1.

Tab.1. Ilości odpadów przetwarzanych w wybranym przedsiębiorstwie recyklingowym [opracowanie własne]

Rodzaj odpadów z tworzyw sztucznych		Ilość przerabianych odpadów	
		Mg/rok	[Mg/miesiąc]
Butelki plastikowe	PET	120	10
Folia bezbarwna	PELD	2040	170
	PEHD	960	80
Paski	PP	60	5
Nakrętki	PP	96	8

Stanowisko badawcze. Schemat belownicy poziomej wykorzystywanej w przedsiębiorstwie przedstawiono na rys. 1. Wszystkie belownice wykonano we własnym zakresie zgodnie z typowymi projektami.



Rys.1. Schemat belownicy poziomej: 1- zbiornik oleju hydraulicznego, 2- pompa hydrauliczna, 3- sprzęgło, 4- silnik elektryczny, 5- rozdzielacz, 6- siłownik, 7- komora prasowania

Typy belownic różniły się wymiarami komory prasowania oraz parametrami siłownika hydraulicznego, co skutkowało różnym ciśnieniem prasowania. Parametry szczegółowe obu konstrukcji pras przedstawiono w tab. 2. W poziomej prasie do belowania odpady formowane były w prostopadłościenną belę pod wpływem działania nacisku tłoka napędzanego siłownikiem hydraulicznym [Automatic Horizontal Baling Press Machine, 2016].

Metodyka. Wartość ciśnienia prasowania przyjętą w badaniach wyliczono na podstawie zmierzonej wartości ciśnienia oleju hydraulicznego zasilającego siłownik, fabrycznych parametrów siłownika (średnica tłoka) oraz powierzchni tłoka prasującego odpady [Waitkus, 2006].

Tab. 2. Podstawowe parametry stosowanych belownic [opracowanie własne]

Parametr			Belownice poziome		
			Prasy I i II	Prasy III i IV	
Tryb pracy			ręczny	ręczny	
Sterowanie			rozdzielacz	rozdzielacz	
Silnik elektryczny	zasilanie	V	400	400	
	moc,	kW	11	7	
	obroty	l·min ⁻¹	1400	1400	
Skok stempla			1,4m	1,3m	
Nacisk powierzchniowy,			kN·m ⁻²	68	53
Maks. długość beli			mm	1300	1000
Wymiary beli			mm	1000/1000/1300	800/600/1000
Masa beli,			kg	500÷600	100÷250
Wydajność			bel·h ⁻¹	4	6

Wyniki

Badania przeprowadzono stosując dwa rodzaje belownic poziomych różniących się parametrami pracy oraz wymiarami formowanych beli. Wyznaczone podczas badań gęstości bel poszczególnych odpadów z tworzyw sztucznych podano w tab. 3 i 4. Gęstość folii bezbarwnej (PELD) i folii bezbarwnej (PEHD) po zagęszczeniu w prasach I i II osiągała wartość około 90% materiału jednorodnego, co świadczy o granicznym zagęszczeniu odpadów. Paski (PP) nie były zagęszczane w prasach III i IV.

Niezagęszczaną, oddzielną grupę stanowiły nakrętki PP, które pakowano w worki typu *BIG-BAG*. Średnia masa takiej beli wynosiła 390,2 kg, a średnia gęstość (stosunek masy beli do objętości beli) 541,9 kg/m³. Uzyskane wyniki pogrupowano zgodnie z pojemnościami pras i worków *BIG-BAG*. Prasy I i II miały pojemność 1,3 m³, prasy III-IV – 0,48 m³, a worki typu *BIG-BAG* miały pojemność – 0,72 m³.

Tab.3. Średnia gęstość odpadów belowanych w prasach I i II

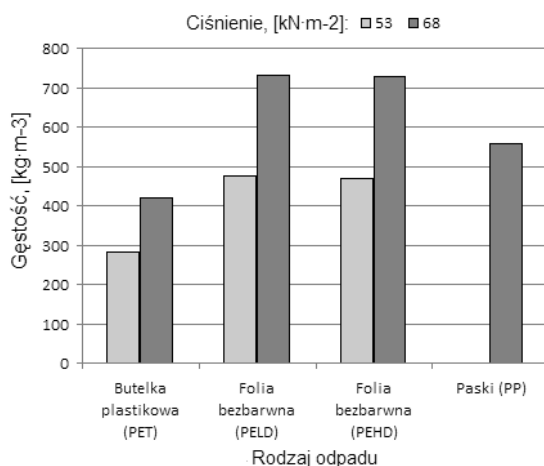
Rodzaj odpadów z tworzyw sztucznych	Średnia masa beli, [kg]	Średnia gęstość, [kg·m ⁻³]
Butelki plastikowe (PET)	543,6	418,2
Folie bezbarwne (PELD)	949,0	730,0
Folie bezbarwne (PEHD)	944,8	726,8
Paski (PP)	726,0	558,5

Tab.4. Średnia gęstość odpadów belowanych w prasach III i IV

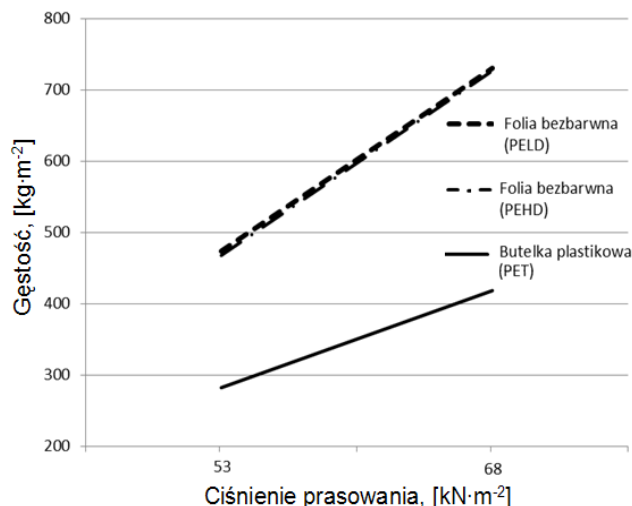
Rodzaj odpadów z tworzyw sztucznych	Średnia masa beli, [kg]	Średnia gęstość, [kg·m ⁻³]
Butelki plastikowe (PET)	135,4	282,1
Folie bezbarwne (PELD)	227,6	474,2
Folie bezbarwne (PEHD)	224,4	467,5
Paski (PP)	-	-

Dla porównania przedstawiono gęstości poszczególnych rodzajów tworzyw sztucznych w zależności od stopnia zagęszczenia (Rys. 2). Zależność uzyskanych gęstości od ciśnienia prasowania przedstawiono na rys. 3.

Na podstawie przeprowadzonych badań, stwierdzono, iż zwiększenie ciśnienia prasowania wpływa w znaczącym stopniu na gęstość odpadów z tworzyw sztucznych. Wzrost ciśnienia prasowania o 22% (z 53 do 68 kN·m⁻²) wpływał na zwiększenie gęstości odpadów z butelek PET o 28,3%. Dla folii bezbarwnej (PELD) wzrost ciśnienia prasowania o 22% powodował wzrost gęstości o 35,0%, a dla folii bezbarwnej (PEHD) – zwiększenie gęstości o 35,6%.



Rys. 2. Masa objętościowa różnych odpadów z tworzyw sztucznych w zależności od ciśnienia prasowania



Rys. 3. Wpływ ciśnienia prasowania na gęstość odpadów wybranych rodzajów tworzyw sztucznych

W trakcie badań nie wykonano pomiarów poniesionych nakładów energetycznych – będą one przedmiotem dalszych badań.

Podsumowanie i wnioski

Przeprowadzone badania pozwalają na wstępne określenie związku między ciśnieniem prasowania a gęstością prasowanych odpadów różnych rodzajów tworzyw sztucznych. Ma to szczególne znaczenie dla organizacji transportu i składowania sprasowanych odpadów.

W przypadku zbadanych odpadów z tworzyw sztucznych stwierdzono, że wzrost ciśnienia prasowania powodował zwiększenie gęstości odpadów. Największe, skuteczne zagęszczenie stwierdzono dla odpadów pochodzących z butelek PET. Gęstości zagęszczonych odpadów tworzyw sztucznych dla wszystkich analizowanych przypadków były mniejsze od wartości granicznych – gęstości materiału jednorodnego.

Niezbędne jest prowadzenie dalszych badań pozwalających na określenie największego zagęszczenia materiału, które jednocześnie nie spowoduje pogorszenia przydatności odpadów do dalszego przetwarzania. Konieczne jest uzyskanie informacji, czy i w jakim zakresie gęstość sprasowanego odpadu liniowo zależy od zastosowanego ciśnienia prasowania. Ważne jest również określenie nakładów energetycznych ponoszonych przy zagęszczaniu. Po wykonaniu tych badań możliwe będzie wybranie najkorzystniejszych ekonomicznie wariantów prasowania odpadów polimerowych.

LITERATURA

- Automatic Horizontal Baling Press Machine (03.2016) <http://www.baling-machine.ready-online.com>
- Dyrektywa PE i Rady 2008/98/WE w sprawie odpadów oraz uchylająca niektóre dyrektywy. Dz.U.UE.L.2008.312.3 z 22 listopada 2008 r.
- Górski M., (2009). *Prawo Ochrony Środowiska*. WKB, Warszawa
- Janowski B., Pieliowski K., (2008). Polimery nanohybrydowe zawierające polidroczne oligosiloksyany. *Polimery*, 58(2), 85-89
- Kulczycka J., Kowalski Z., Cholewa M. (2008). *Municipal waste management in Polish national and local plans*. Wyd. Pol. Krakowskiej, Kraków,
- Majka T., Majka M., (2012). *Odpady z tworzyw sztucznych jako nowe i tanie komponenty stosowane do wyrobu nanokompozytów polimerowych*. Pol. Krakowska, Kraków
- Szlezynier W., Brzozowski Z., (2012). *Tworzywa sztuczne*. Wyd. Oświatowe FOSZE, Rzeszów
- Waitkus R. E., Jr., (2006). *Weighing baled material*. Patent US 7146294 B1