

Adam MROZIŃSKI, Koło Naukowe TOPGran

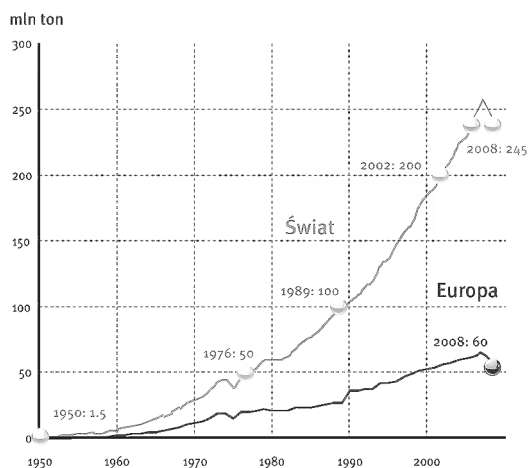
e-mail: adammmroz@utp.edu.pl

Instytut Technik Wytwarzania, Wydział Inżynierii Mechanicznej, Uniwersytet Technologiczno Przyrodniczy, Bydgoszcz

Problemy recyklingu tworzyw polimerowych

Wstęp

Od roku 1950, produkcja i zużycie tworzyw polimerowych na świecie rośnie średnio o 9% rocznie. Wielkość światowej produkcji wzrosła z 1,5 miliona ton w roku 1950 do 245 milionów ton w roku 2008 (Rys. 1) [5].



Rys. 1. Światowa produkcja tworzyw sztucznych w latach 1950–2008 [5]

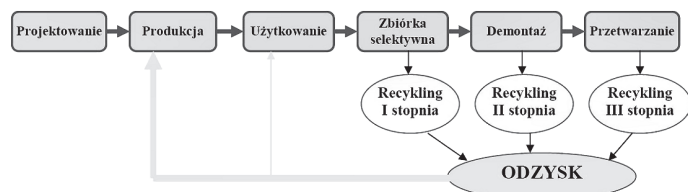
Trend wzrostowy uległ odwróceniu w roku 2008, co wynikało bezpośrednio z ogólnoświatowego kryzysu finansowego, który dotknął niemal wszystkie sektory gospodarki.

Istota recyklingu tworzyw polimerowych

Współczesne technologie umożliwiają przerób i wykorzystanie wszelkich odpadów tworzywowych przez ich regenerację, odzyskiwanie poszczególnych składników, czy wykorzystanie energii cieplnej powstającej podczas spalania. Zgodnie z tymi kryteriami, recykling możemy podzielić na:

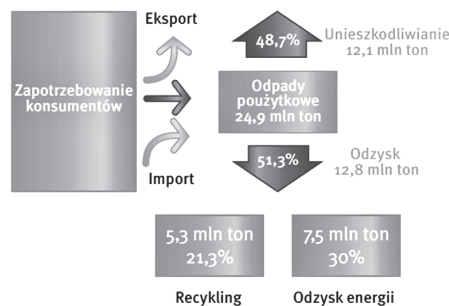
- materiałowy – ponowne przetwarzanie odpadów w produkt użytkowy,
- surowcowy – odzysk surowców użytych do produkcji danego produktu,
- energetyczny – odzysk energii.

Ze względu na dekompozycję produktu wyróżnia się recykling (Rys. 2): I stopnia (odzysk całych obiektów, np. butelki), II stopnia (odzysk części i podzespołów, np. części samochodowe) oraz III stopnia (odzysk materiałów).



Rys. 2. Podział recyklingu ze względu na dekompozycję produktu tworzywowego

Na rys. 3 przedstawiono obieg tworzyw polimerowych w UE od przetworzenia do zakończenia cyklu życia wyrobu. Przetwórcy zużyli w roku 2008 48,5 miliona ton tworzyw polimerowych, o 7,5% mniej niż w roku 2007. Jednocześnie z wyrobów z tworzyw polimerowych powstało 24,9 miliona ton odpadów pokonsumenckich, podczas gdy



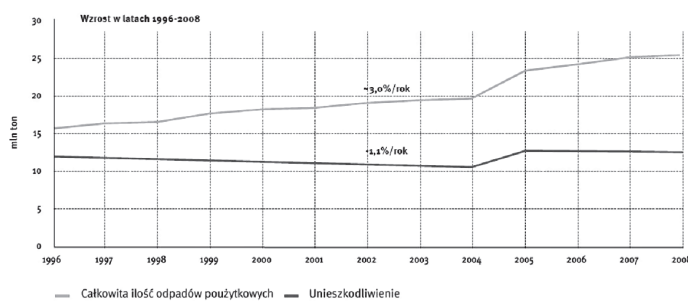
Rys. 3. Tworzywa sztuczne „od kołyski do kołyski” (UE27+Norwegia/Szwajcaria) [5]

w roku 2007 było to 24,6 miliona ton. Tylko 51,3% z nich poddanych zostało recyklingowi [4].

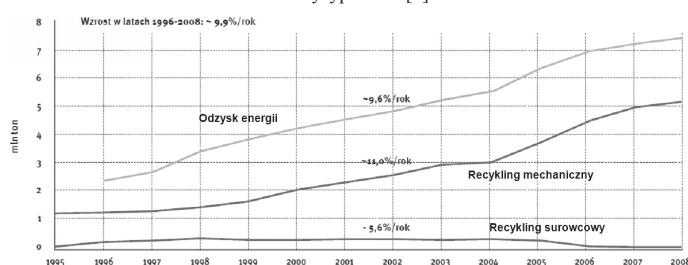
Z ww. ilości odzyskanego materiału 5,3 miliona ton poddano recyklingowi – materiałowemu i surowcowemu – zaś z 7,5 miliona ton wyprodukowano energię. W 2008 roku objęto recyklingiem 21,3% zużytych tworzyw polimerowych, z czego 21% stanowił recykling mechaniczny (wzrost o 0,9% w porównaniu z rokiem 2007), a 0,3% recykling surowcowy (poziom niezmienny w stosunku do roku 2007). Wskaźnik odzysku energetycznego wzrósł z 29,2 do 30%. W roku 2008 12,1 miliona ton tworzyw polimerowych trafiło na wysypiska [3, 4].

Pomimo 3% rocznego wzrostu ilości odpadów pokonsumenckich obserwowanego w ostatniej dekadzie, ilość odpadów trafiających na wysypiska pozostaje stała. Na rys. 3 przedstawione zostały przekrojowe dane europejskie – dla europejskiej piętnastki wraz z Norwegią i Szwajcarią do roku 2004, a od roku 2005 dla 27 krajów UE wraz z Norwegią i Szwajcarią. Wzrost ilości odpadów pokonsumenckich wynika z wielu przyczyn: trwa proces zastępowania materiałów tradycyjnych przez tworzywa polimerowe, wzrost gospodarczy powoduje zwiększone ich zużycie.

Na rys. 4 i 5 przedstawione zostały dane dotyczące recyklingu mechanicznego oraz odzysku energii. Średni wzrost w obu tych dziedzinach kształtował się w ciągu ostatniej dekady na poziomie 10% rocznie. Recykling mechaniczny wzrósł o 4,3%, a wartość wzrostu była mniejsza



Rys. 4. Odchodzenie od składowania odpadów z tworzyw sztucznych na wysypiskach [5]



Rys. 5. Ciągły wzrost recyklingu i odzysku energii [5]

niż w roku 2007, ze względu na skutki kryzysu finansowego oraz wskutek tego, że metoda ta jest dość skomplikowana i droga. System recyklingu materiałowego obejmuje najczęściej cztery podstawowe etapy:

- sortowanie, które polega na rozdzielaniu różnych rodzajów odpadów. Najkorzystniejsze jest, gdy sortowanie odbywa się na etapie selektywnej zbiórki odpadów. Dokonywane jest ono przez użytkowników. Odpady ze zbiórek są mniej zanieczyszczone i bardziej przydatne do obróbki;
- rozdrabnianie, ponieważ odpady gromadzone w pojemnikach do zbiórki selektywnej są zazwyczaj w formie nieprzydatnej do bezpośredniego przetwórstwa. Rozdrabnianie tworzyw polimerowych odbywa się w młynach wyposażonych w noże tnące oraz sita separujące odpady o wymaganej wielkości. Rozdrobnienie odpadów ułatwia ich transport;
- mycie, bo odpady z tworzyw sztucznych są z reguły zanieczyszczone i wymagają mycia. W tym celu stosuje się wanny myjące, zawierające kąpiele wodne z detergentami. Po myciu konieczne jest odwirowanie i osuszenie odpadów;
- wytłaczanie, które stanowi zasadniczy element linii technologicznej recyklingu mechanicznego. W tym etapie wytwarzany jest produkt końcowy, którym może być np. granulata.

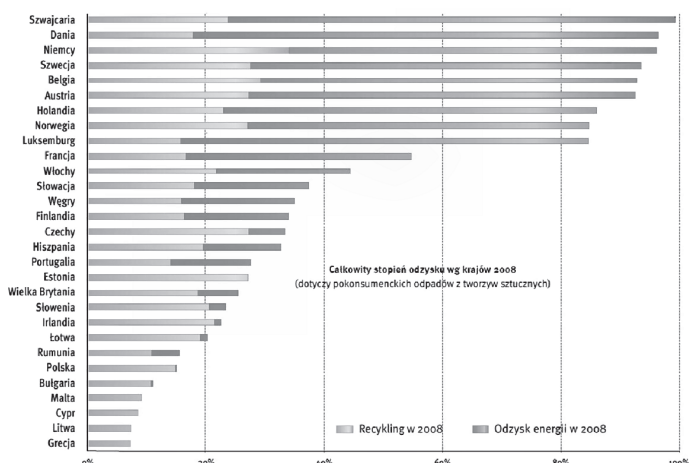
Wzrost w dziedzinie odzyskiwania energii był nieco wyższy niż w roku 2007 i wyniósł 3,6%. Konieczne są większe nakłady inwestycyjne na instalacje do odzysku energii, po to, aby uniknąć składowania tych odpadów, których nie można w sposób ekonomiczny i z korzyścią dla środowiska poddać recyklingowi.

Spalanie tworzyw

Ostatnie badania wykazały, że gdyby wszystkie odpady, trafiające obecnie na wysypiska, były poddawane recyklingowi i odzyskiwaniu energii, możliwe byłoby zaoszczędzenie 7% emisji gazów cieplarnianych, przewidzianej dla UE w protokole z Kioto. Najlepsze wyniki w Europie zostały osiągnięte bez narzucania konkretnych celów, za to przy zachowaniu pełnej elastyczności rozwoju recyklingu oraz odzysku energii dla określonych grup odpadów. Poza obniżeniem emisji gazów cieplarnianych, zaniechanie składowania na wysypiskach przyczynia się do racjonalnej gospodarki zasobami naturalnymi oraz do zwiększenia bezpieczeństwa energetycznego, przy jednoczesnym ograniczeniu stopnia zaśmiecenia środowiska [1–3].

Rys. 6 wskazuje, że w krajach, gdzie odzyskuje się dużą ilość odpadów z tworzyw sztucznych, na szeroką skalę stosuje się zarówno recykling, jak i odzysk energii. To oznacza, że strategia uwzględniająca odzyskiwanie energii nie wyklucza dobrych wyników w dziedzinie recyklingu. Zatem całościowa strategia zarządzania zasobami powinna uwzględniać obydwie metody, ponieważ obecnie żaden kraj nie jest w stanie poddać recyklingowi wszystkich odpadów pokonsumenckich.

Z rys. 6 wynika również, że o ile wydajność recyklingu jest zbliżona w większości krajów europejskich, to istnieją duże różnice w dziedzinie odzyskiwania energii. Kraje, w których wysypiska odgrywają dużą rolę, muszą nie tylko wykorzystać cały swój potencjał w dziedzinie recyklin-



Rys. 6. Recykling i odzysk energii wg krajów [5]

gu, ale również szybko rozbudować system odzysku energii z odpadów. Odwrót od składowania na wysypiskach jest raczej powolny. Recykling (mechaniczny i surowcowy) wzrósł w Europie z 20,4% w roku 2007 do 21,3% w 2008, natomiast stopień odzysku energii wzrósł z 29,2% w roku 2007 do 30% w roku 2008 [3, 4]. W wielu państwach członkowskich konieczne będą duże nakłady, aby wykorzystać cały potencjał, jaki daje strategia odwrótu od składowania na wysypiskach (m.in. ograniczenie emisji dwutlenku węgla, większą efektywność wykorzystania zasobów oraz zwiększenie bezpieczeństwa energetycznego, a także uniknięcie kar za niewłaściwe składowanie odpadów).

Odwrót od składowania na wysypiskach jest raczej powolny. Recykling (mechaniczny-materiałowy i surowcowy) wzrósł w Europie z 20,4% w roku 2007 do 21,3% w 2008, natomiast stopień odzysku energii wzrósł z 29,2% w roku 2007 do 30% w roku 2008. W wielu państwach członkowskich konieczne będą duże nakłady, aby wykorzystać cały potencjał, jaki daje strategia odwrótu od składowania na wysypiskach (m.in. ograniczenie emisji dwutlenku węgla, większą efektywność wykorzystania zasobów oraz zwiększenie bezpieczeństwa energetycznego, a także uniknięcie kar za niewłaściwe składowanie odpadów) [2, 4].

Recykling surowcowy tworzyw

Wykorzystanie odpadów z tworzyw sztucznych przy produkcji surowki żelaznej jest wartościowym i dobrze znanym przykładem recyklingu surowcowego. Tradycyjnie, przy produkcji surowki żelaznej używano węgla oraz koksu, jako czynnika redukującego w piecach hutniczych. Później, ze względu na wygodę stosowania oraz mniejsze koszty, węgiel zastąpiony został ciężkimi, płynnymi frakcjami ropy naftowej. Odpady z tworzyw polimerowych po raz pierwszy zastąpiły ciężkie frakcje ropy w latach 90. XX wieku. Kilka niemieckich firm zużywa rocznie w swych piecach około 300 tysięcy ton rozdrobnionych zużytych tworzyw. Przy obecnej wydajności produkcji surowki żelaznej, można wykorzystać do 220 tysięcy ton mieszanych odpadów z tworzyw polimerowych. Metoda ta okazała się być niezawodna i przyjazna dla środowiska. Wykorzystanie mieszanych tworzyw polimerowych (zamiast ropy naftowej) przy produkcji surowki żelaznej jest rozwiązaniem bardziej ekologicznym niż wykorzystanie ich jako paliwa, np. przy produkcji cementu. W znowelizowanej *Ramowej Dyrektywie o Odpadach* ten rodzaj wykorzystania tworzyw polimerowych sklasyfikowany został jako jedna z form recyklingu [2, 3].

Wnioski

Analizując stan obecny rynku tworzyw należy stwierdzić, że obecnie recykling tworzyw to coś więcej, niż tylko utylizacja bądź wykorzystywanie tworzywowych surowców wtórnych. Powinien być to system pełnej organizacji obiegu takich materiałów, które mogą być wielokrotnie przetwarzane. Zasadą działania recyklingu jest maksymalizacja wykorzystania tych samych materiałów w kolejnych dobrach materialnych i użytkowych, z uwzględnieniem minimalizacji nakładów na ich przetworzenie, przez co chronione są surowce naturalne. Na system recyklingu składają się następujące elementy:

- właściwa polityka państwa sprzyjająca recyklingowi,
- odpowiednie projektowanie dóbr (możliwie najszersze wykorzystanie w nich materiałów podatnych do recyklingu, używanie jednorodnych materiałów, co upraszcza segregację, łączenie różnych materiałów tak, aby ich późniejsze rozłączenie było jak najprostsze),
- rozwój technologii przetwarzania odpadów tworzywowych w celu wykorzystania jak największej ich części,
- szerzenie oświaty proekologicznej oraz promowanie zachowań proekologicznych.

LITERATURA

- [1] A. Mroziński: *Tworzywa Sztuczne i Chemia*, 47, nr 4 (2009).
- [2] A. Mroziński: *Inż. Ap. Chem.* 47, nr 5, 21 (2008).
- [3] T. Zieliński, M. Kaczmarek: *Tworzywa Sztuczne i Chemia*, nr 1 (2008).
- [4] Portale internetowe: www.tworzywa.com.pl, www.recykling.pl, www.eproplasticsrecycling.org
- [5] *PlasticsEurope: The Compelling Facts About Plastics – Analysis of plastics production, demand and recovery for 2008 in Europe.*