

Małgorzata MROZIK

## METODY RECYKLINGU TWORZYW SZTUCZNYCH UZYSKANYCH PODCZAS DEMONTAŻU POJAZDU SAMOCHODOWEGO

### *Streszczenie*

*Jednym z problemów obecnego wieku są coraz większe zagrożenia środowiska naturalnego a także zapotrzebowanie na surowce. Rozwój cywilizacji pociąga za sobą wzrost produkcji również w technice samochodowej. Pojazdy samochodowe stanowią nieodłączny element życia współczesnego człowieka. Stanowią one skomplikowane technologicznie produkty przemysłu, których elementy są wykonane z różnorodnych materiałów, takich jak metale i ich stopy, szkła a także tworzywa sztuczne i kompozyty. Dlatego też na ogólny poziom degradacji środowiska naturalnego duży wpływ ma motoryzacja, która jest źródłem produktów odpadowych, powstałych podczas eksploatacji oraz likwidacji pojazdów wycofanych z użytkowania. W artykule przedstawiono metody recyklingu tworzyw sztucznych uzyskanych podczas demontażu pojazdów samochodowych.*

**Słowa kluczowe:** tworzywa sztuczne, recykling tworzyw sztucznych, pojazdy wycofane z eksploatacji

### WSTĘP

Recykling samochodów w Polsce jest uregulowany przepisami ustawy z dnia 20 stycznia 2005 r. o recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji (SWE), obowiązującej od 14.03.2005 r. (DzU z 2005 r., nr 25, poz. 202, ze zmianami wprowadzonymi ustawą z dnia 29 lipca 2005 r. o zmianie ustawy o odpadach oraz o zmianie niektórych innych ustaw (DzU z 2005 r., nr 175, poz. 1458). Ustawa ta jest obecnie najważniejszym aktem prawnym regulującym kwestię SWE w Polsce i określa zasady postępowania z pojazdami wycofanymi z eksploatacji w sposób zapewniający ochronę życia i zdrowia ludzi oraz ochronę środowiska zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju [6]. W szczególności reguluje ona obowiązki i prawa właścicieli pojazdów, producentów samochodów, indywidualnych importerów, stacji demontażu, punktów zbierania pojazdów, strzępiarek oraz administracji państwowej w zakresie zagospodarowania pojazdów wycofanych z eksploatacji.

Wycofane z eksploatacji pojazdy samochodowe są źródłem nie tylko wartościowych surowców, ale też dużym zagrożeniem dla środowiska naturalnego. Odzysk surowców wtórnych jest bardzo ważnym elementem całej gospodarki odpadami. Do jego głównych zadań należy przede wszystkim oszczędność zasobów naturalnych, zmniejszenie ilości odpadów oraz zmniejszenie ich negatywnego wpływu na środowisko naturalne.

W tabeli 1 przedstawiono udział poszczególnych materiałów z jakich zbudowany jest pojazd samochodowy oraz współczynnik odzysku dla danego materiału.

**Tab. 1.** Udział poszczególnych materiałów wchodzących w skład całkowitej masy pojazdów [5]

Dany materiał	Procentowy udział materiału w masie całkowitej [%]	Współczynnik odzysku materiału
Stale, żeliwa	55-85	70-100
Aluminium	1,5-14	70-90
Tworzywa sztuczne	2-16	0-30
Opony i elastomery	2-8,5	30-50
Materiały eksploatacyjne	2,5-5	5-85

Tworzywa sztuczne charakteryzują się bardzo długim okresem biodegradacji, co powoduje, że duże ich zgromadzenie na wysypiskach odpadów stanowi zagrożenie dla środowiska naturalnego. Pewne ograniczenia w recyklingu tworzyw sztucznych wynikają z ich dużej różnorodności. Większość tworzyw sztucznych nie nadaje się do mieszania z innymi tworzywami. Mają one różne właściwości fizyczne i chemiczne, co utrudnia ich wzajemne zastępowanie w wyrobach o złożonej strukturze oraz łatwość ich barwienia powoduje, że występują one w bardzo różnych kolorach [5].

W celu uzyskania dostatecznej skuteczności recyklingu tworzyw sztucznych z pojazdów jest konieczne:

- stosowanie tworzyw przystosowanych do recyklingu,
  - ograniczenie różnorodności stosowanych tworzyw sztucznych w pojazdach,
  - oznakowanie wyrobów, umożliwiające łatwą identyfikację materiałów,
  - oraz stosowanie rozwiązań konstrukcyjnych części tworzyw, ułatwiających ich demontaż.
- technologie recyklingu tworzyw sztucznych

Tworzywa sztuczne są organicznymi materiałami, w których skład wchodzi związki chemiczne o dużej masie cząsteczkowej. Są one otrzymywane przez modyfikacje surowców pochodzenia naturalnego, m.in. na drodze syntezy produktów przeróbki ropy naftowej, gazu ziemnego i węgla kopalnego. Tworzywami sztucznymi najlepiej przystosowanymi do recyklingu są tworzywa termoplastyczne, takie jak polipropylen, poliamidy, polietylen, poliestry i inne. Recykling tworzyw termoutwardzalnych i chemoutwardzalnych jest bardzo trudny. W wielkich koncernach motoryzacyjnych istnieje obecnie wyraźna tendencja do ograniczania różnorodności stosowanych tworzyw sztucznych. Dąży się aby uzyskać tworzywa o wymaganych właściwościach przez modyfikacje jednego uniwersalnego tworzywa bazowego. Elementy pojazdów samochodowych, wykonane z tworzyw sztucznych, mogą być poddane recyklingowi materiałowemu i chemicznemu oraz recyklingowi energetycznemu [2, 5].

Recykling materiałowy to najprostszy i najtańszy sposób zagospodarowania odpadów. Jest stosowany zazwyczaj do wyrobów z tworzyw sztucznych należących do grup o podobnych właściwościach, których mieszanie jest dopuszczalne. Polega na granulowaniu elementów należących do jednakowej grupy tworzyw, po czym granulatu, po ewentualnym wzbogaceniu składnikami surowców pierwotnych, służy do formowania elementów stosowanych w pojazdach. W większości przypadków są to elementy o niższych wymaganiach wytrzymałościowych i kolorystycznych. Służące recyklingowi materiałowemu urządzenia mogą być instalacjami stałymi, do których są dowożone tworzywa z odzysku, bądź instalacjami przenośnymi, ustawianymi okresowo w pobliżu składnic odpadów. Pewne ograniczenie stanowi pogorszenie właściwości materiałów po wielokrotnym przetwórstwie. Z tego względu często stosuje się system kaskadowy (tabela 2), wytwarzając w kolejnych cyklach produkty o innym przeznaczeniu niż pierwotny. W systemie tym po każdym kolejnym etapie przetwórstwa wymagania stawiane wyrobom są coraz mniejsze.

**Tab. 2.** Zasada recyklingu kaskadowego [1]

Podzespół pojazdu	Tworzywo	Produkt
Zderzak	Polipropylen	Chłodnica
		Elementy układu wentylacyjnego
		Obudowa filtra powietrza
		Dywaniki
		Paliwo (rozkład termiczny)

Jednym z powszechnie spotykanym odpadem w przemyśle samochodowym jest pianka poliuretanowa. Najprostszym sposobem jego wykorzystania jest ich rozdrobnienie, a następnie zastosowanie jako wypełnień do opakowań wrażliwych na wstrząsy. Możliwe jest również uzyskanie sproszkowanego poliuretanu, który może być wykorzystany w procesie produkcji pianek jako lekki napełniacz duroplastów i mas poliestrowych oraz napełniacz mieszanek gumowych. Stosowana jest także utylizacja pianek, polegająca na ich rozdrobnieniu i sproszkowaniu oraz wprowadzeniu jako dodatku do polioliu. Proces taki umożliwiłby uzyskanie nowych pianek po niższych kosztach. Sproszkowane lub tylko rozdrobnione odpady można mieszać ze środkiem wiążącym i odpowiednimi środkami pomocniczymi (takimi jak włókna wzmacniające czy tekstylia), a następnie poddać prasowaniu. Tym sposobem najczęściej uzyskuje się wyroby o różnym zastosowaniu w przemyśle samochodowym. Miękkie, rozdrobnione pianki można formować pod ciśnieniem i w temperaturze powyżej 200°C bez użycia środka wiążącego, otrzymując wyroby o właściwościach pianek integralnych [1].

Celem recyklingu chemicznego tworzyw sztucznych jest ich rozkład na monomery lub surowce wykorzystywane do produkcji innych produktów chemicznych. Podstawowe zjawiska wykorzystywane w tych procesach technologicznych to:

- uwodornienie - polegające na poddawaniu granulatu tworzyw działaniu wodoru w temperaturze około 500°C pod ciśnieniem około 40 MPa: w wyniku tej operacji uzyskuje się ciekłe i lotne substancje organiczne,
- piroliza - polegająca na rozkładzie termicznym tworzyw sztucznych bez dostępu tlenu w reaktorach fluidyzacyjnych lub piecach (olej opałowy),
- alkoholiza - to metoda alkoholizy glikolem przy odzysku pianek poliestrowych, poliamidowych i poliuretanowych używanych na elementy siedzeń. Uzyskany polid może być stosowany do wypełniania zamkniętych przestrzeni w nadwoziach.

Ograniczeniem wielokrotnego recyklingu materiałowego jest fakt, że tworzywa poddane takiemu działaniu obniżają swoje parametry technologiczne i użytkowe, dlatego też w każdym następnym cyklu powinny być wykorzystywane do produkcji wyrobów o niższych wymaganiach jakościowych i na koniec zużytkowane metodą termiczną.

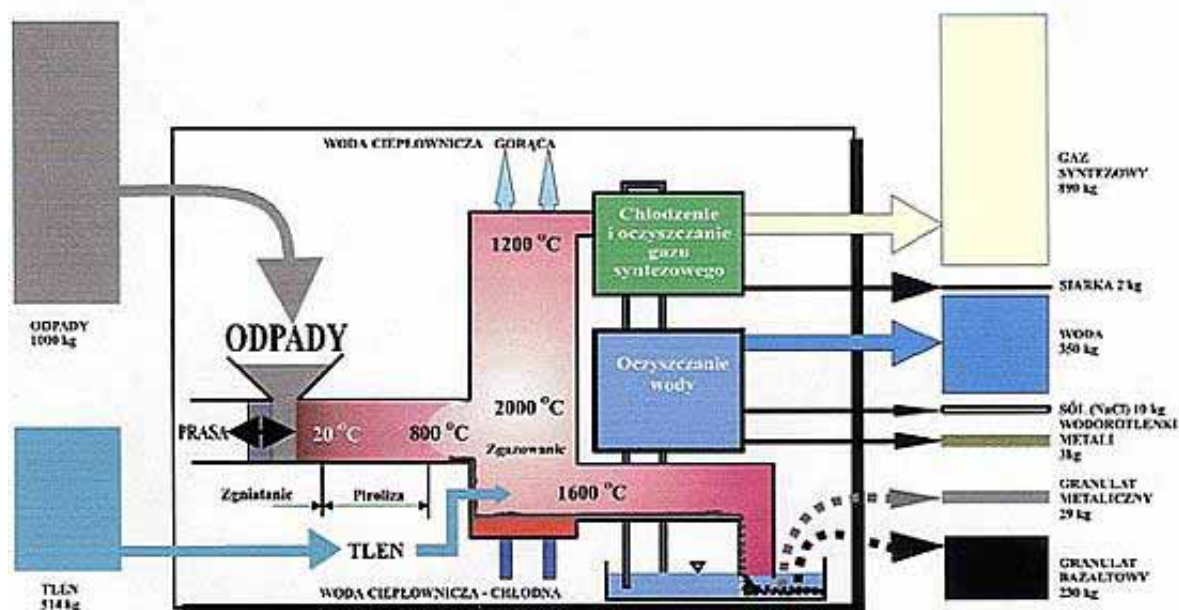
Pozostałe niezagospodarowane produkty odpadowe z tworzyw sztucznych to:

- tworzywa wielokrotnie poddawane recyklingowi materiałów i chemicznemu, w wyniku czego właściwości użytkowe tworzyw ulegają tak znacznemu pogorszeniu, że dalsze procesy odzyskiwania przestają być opłacalne,
- pozostałości z recyklingu materiałów i chemicznego, nie wykorzystywane do ponownej przeróbki,
- część frakcji lekkiej ze strzępienia wraków samochodów, pochodząca z wyrobów z tworzyw sztucznych, nie podlegająca segregacji materiałowej.

Odpady te są poddawane recyklingowi energetycznemu. Spalanie tych materiałów odbywa się w piecach przemysłowych przystosowanych do tego celu, dzięki czemu możliwe jest ograniczenie emisji substancji szkodliwych zawartych w spalinach. Tworzywa sztuczne, mające w swym składzie duży udział węgla i przede wszystkim wodoru, charakteryzują się dużą wartością opałową, nawet około 40 MJ/kg.

Recykling energetyczny obejmuje nie tylko spalanie odpadów, lecz także wytwarzanie z odpadów paliw stałych, ciekłych i gazowych oraz przetwarzanie ich na materiały termoizo-

lacyjne. Stanowi on proces, w którym odzyskuje się energię użytą na wytworzenie części z tworzyw sztucznych. Z energetycznym recyklingiem odpadów z tworzyw sztucznych wiąże się nadzieje na globalne rozwiązanie problemu przetwarzania odpadów, które nie mogą być poddane innym metodom recyklingu. Recyklingowi energetycznemu mogą być poddawane wszystkie rodzaje tworzyw sztucznych, stosowane w budowie samochodu, niezależnie od rodzaju zastosowanego polimeru, użytych wypełniaczy i dodatków oraz charakteru i postaci odpadu. Dlatego nie zachodzi potrzeba ani wstępnej segregacji odpadów, ani też ich mycia i usuwania elementów z innych substancji (uszczeltek gumowych, tkanin itp.). Prócz energii uzyskuje się także gaz syntezowy. Schemat jednego z możliwych do realizacji procesów recyklingu energetycznego przedstawia rysunek 1.



Rys. 1. Schemat procesu recyklingu energetycznego [1]

Należy podkreślić konieczność doboru zarówno technologii i materiałów konstrukcyjnych, jak i warunków prowadzenia procesu, aby był on ekonomicznie uzasadniony i bezpieczny. Istnieje pilna potrzeba znalezienia metody zagospodarowania tzw. frakcji lekkiej powstającej przy rozdrabnianiu pojazdów, ja także wiele kontrowersji dotyczących poszczególnych technologii recyklingu energetycznego. Niezależnie od rodzaju dostępnych technologii wszystkie wymagają znacznych inwestycji oraz konieczności uwzględnienia znacznych kosztów eksploatacji i remontu instalacji, co wynika z drastycznych warunków technologicznych.

Mniejsze trudności techniczne niż spalanie frakcji stałej z tworzyw sztucznych sprawia spalanie paliw gazowych, pochodzących ze zgaszania tworzyw. W przypadku spalania paliw gazowych, pochodzących z tworzyw sztucznych, łatwiejsze jest spełnienie wymagań czystości spalin niż w wypadku spalania tworzyw w postaci granulatu.

## PODSUMOWANIE

Na podstawie przeprowadzonej analizy metod recyklingu tworzyw sztucznych można jednoznacznie stwierdzić, że obecny rozwój procesów recyklingu odpadów z tworzyw sztucznych powoduje, że tylko niewielka ich część jest poddawana recyklingowi materiałowemu i recyklingowi produktu. Większość tworzyw sztucznych poddawana jest recyklingowi termicznemu lub zgaszaniu. Główną przyczyną tego jest różnorodność tworzyw sztucznych, dodatki, a także przeszkody ekonomiczne. Dlatego też konieczne jest dalsze doskonalenie i opracowywanie nowych metod recyklingu odpadów z tworzyw sztucznych.

## BIBLIOGRAFIA

1. Kozłowski M., Delczyk K., *Recykling tworzyw sztucznych w przemyśle samochodowym*. Recykling 2005, nr 10.
2. Merkisz J., *Ekologiczne problemy silników spalinowych*. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 1998.
3. Osiński J., Żach P., *Wybrane zagadnienia recyklingu samochodów*. WKiŁ, Warszawa 2006.
4. *Plastic Use in Automotive Application*. www.plastics-car.com.
5. Praca zbiorowa pod red. prof. C. Bocheńskiego, *Kompleksowy program zagospodarowania produktów odpadowych wytworzonych podczas eksploatacji środków transportu*. P.P.H. „Drukarnia”, Sierpc 2001.
6. Ustawa z dnia 20 stycznia 2005 r. o recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji.
7. Dyrektywa 2000/53/UE z dnia 18 września 2000 r.

*Artykuł powstał w ramach Projektu Badawczego nr N N509 517240 finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki*

## PLASTICS RECYCLING METHODS GAINED DURING VEHICLE DISMANTLING

### *Abstract*

*One of the problems of this age are increasing risks to the environment and especially the demand for raw materials. Civilization development entails the production growth in automotive engineering. Motor vehicles are an integral part of contemporary human life. They are technologically complex industry products, which elements are made of various materials such as metals and their alloys, glass and plastics and composites. Therefore, the overall level of environmental degradation is highly influenced by the automotive industry, which is the source of waste products generated during operation and decommissioning of vehicles withdrawn from use. This paper presents methods for plastics recycling obtained during motor vehicles dismantling.*

**Key words:** plastics, plastic recycling, end-of-life vehicle

### *Autor:*

dr inż. **Małgorzata Mrozik** – Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie