

THE CHOSEN ASPECTS OF END OF LIFE VEHICLES RECYCLING

Ewa Kamińska

*Institut Transportu Samochodowego, Transport Centrum Zarządzania i Telematyki Transportu
ul. Jagiellońska 80, 03-301 Warszawa, Polska
tel.: +48 22 8113231 (331), fax: +48 22 8110906
e-mail: ewa.kaminska@its.waw.pl*

Andrzej Wojciechowski

*Institut Transportu Samochodowego, Dyrektor Naczelny
ul. Jagiellońska 80, 03-301 Warszawa, Polska
tel.: +48 22 8110944, fax: +48 22 8110906
e-mail: andrzej.wojciechowski@its.waw.pl*

Jerzy Merkisz

*Institut Transportu Samochodowego, Doradca Dyrektora Przewodniczący Rady Naukowej
ul. Jagiellońska 80, 03-301 Warszawa, Polska
tel.: +48 22 6753058
e-mail: jerzy.merkisz@its.waw.pl
Politechnika Poznańska, Institut Silników Spalinowych i Transportu
ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań
tel.: +48 61 6652207, fax: +48 61 6652204
e-mail: jerzy.merkisz@put.poznan.pl*

Abstract

According to the data from the Ministry of Finance, in January 2007 alone, there were 69 271 used passenger cars imported to Poland from the European Union. This represents an increase of over 85,7% more cars as compared to the January last year. This figure amounts to over 761 Mg of future waste to be recycled. As the amount of disused cars increases every year, utilization of the waste from these cars is becoming a problem. The article presents analysis of the problems with the system of recycling disused cars. The particular attention of the authors has been paid to the pro-ecological aspect of vehicles design, which the car manufacturers have been obliged to, by the European Parliament and Council Directive Nr 2000/53/WE of 2000. The share of composite materials and plastics used in the car industry is ever increasing. modification of the materials to facilitate disassembly and vehicle recycling is one of the problems of contemporary recycling. The analysis presented in the article will encompass materials used in vehicle production, susceptibility to various recycling methods and solutions implemented by selected car manufacturers. The article described also the basic legal requirements for car manufacturers resulting from a law on End of Life vehicles.

Keywords: *recycling, end of life vehicles, recycling method*

WYBRANE ASPEKTY RECYKLINGU POJAZDÓW WYCOFANYCH Z EKSPLOATACJI

Streszczenie

Według danych Ministerstwa Finansów tylko w styczniu 2007r. z Unii Europejskiej sprowadzono do Polski 69271 używanych samochodów osobowych. Stanowi to wzrost o ponad 85,7% więcej samochodów w odniesieniu do stycznia ubiegłego roku. Liczba ta daje ponad 761 Mg odpadów do przyszłego przetworzenia. W związku ze wzrostem liczby

pojazdów wycofywanych corocznie z eksploatacji problemem staje się zagospodarowanie odpadów pochodzących z tych pojazdów. W artykule przedstawiono analizę problemów związanych z systemem recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji. Szczególną uwagę autorzy zwrócili na aspekt proekologicznego projektowania pojazdów, do którego producenci samochodów zostali zobligowani między innymi Dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady Nr 2000/53/WE z 2000 r. Udział materiałów kompozytowych i tworzyw sztucznych stosowanych w przemyśle motoryzacyjnym wciąż wzrasta. Jednym z problemów współczesnego recyklingu jest modyfikacja materiałów w celu ułatwienia demontażu i recyklingu pojazdów. Analiza przedstawiona w artykule będzie obejmowała materiały stosowane w produkcji pojazdów, podatność na różne metody recyklingu, rozwiązania wdrożone przez wybrane koncerny samochodowe. W artykule opisane zostaną również podstawowe wymagania prawne obowiązujące producentów samochodów, wynikające z ustawy o recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji.

Słowa kluczowe: recykling pojazdów wycofanych z eksploatacji, metody recyklingu

1. Wstęp

Producenci samochodów, zgodnie z wymaganiami ochrony środowiska, dążą do projektowania pojazdów o niskiej emisji CO₂, energooszczędnych, jednocześnie gwarantujących wysoki komfort jazdy oraz bezpieczeństwo pasażerów. Kolejne unijne Dyrektywy, m.in. Dyrektywa 96/61/EC w sprawie zintegrowanego zapobiegania i ograniczenia zanieczyszczeń oraz zmian już istniejących dokumentów np. Dyrektywy 85/337/EEC o ocenie oddziaływania na środowisko, oraz Dyrektywa 2000/53/EC o samochodach wycofanych z eksploatacji, określają zasady postępowania z pojazdami od etapu ich projektowania do czasu, gdy staną się odpadami. Wzrastające wymagania prawne, wysoka świadomość ekologiczna, zanieczyszczenie środowiska, obligują producentów do zmian strategii dotyczących budowy i konstrukcji pojazdów. Efektem zmian polityki konsorcjów samochodowych jest ograniczenie ilości odpadów z wyeksploatowanych pojazdów oraz wzrost wykorzystania materiałów pochodzących z ich recyklingu.

2. Zasady proekologicznego projektowania pojazdów

Zasady dotyczące proekologicznego projektowania pojazdów normuje m.in. Dyrektywa 2000/53/EC oraz Ustawa o recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji z dnia 20 stycznia 2005r. Zgodnie z ustawą producenci są zobowiązani m.in. do:

- ograniczenia zawartości substancji niebezpiecznych w pojazdach (ołowiu, rtęci, kadmu, sześciowartościowego chromu),
- uwzględnienia wymogów demontażu i ponownego użycia przedmiotów wyposażenia i części, pojazdów oraz odzysku i recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji,
- stosowania w produkcji nowych pojazdów materiałów pochodzących z recyklingu,
- wprowadzający (również producenci pojazdów i części) są zobligowani do oznaczenia przedmiotów wyposażenia i części odpowiednio - elastomery o wadze powyżej 200 g, tworzywa sztuczne o wadze powyżej 100 g,
- producenci zostali również zobligowani do opracowania i udostępnienia informacji o sposobie demontażu nowego typu pojazdu w przeciągu 6 miesięcy od wprowadzenia go na terytorium kraju. Informacje te powinny być przekazywane nieodpłatnie w przeciągu 30 dni po złożeniu wniosku przez przedsiębiorcę prowadzącego stację demontażu [8].

Główne kierunki działań dotyczące projektowania pojazdów, zgodne z wymogami ochrony środowiska dotyczą:

- zmniejszenia liczby rodzajów materiałów w budowie pojazdu np. tworzywo Toyota Super Olefin Polimer, wersja TSOP-5 zastępuje 10 rodzajów tworzyw stosowanych wcześniej i jest podatne na recykling,
- stosowanie materiałów podatnych na procesy recyklingu, zastępowanie materiałów utwardzalnych termoplastycznymi, stosowanie materiałów biodegradowalnych,
- przystosowanie do późniejszej selekcji materiałów poprzez znakowanie w celu ułatwienia identyfikacji i późniejszego recyklingu,

- przystosowanie konstrukcji pojazdu do demontażu, poprzez unikanie łączenia elementów zbudowanych z różnych materiałów, wprowadzenie łatwiejszych do demontażu połączeń (np. zatrzaski zamiast śrub) [6].

Efektorem takich działań jest poprawa wskaźników odzysku i recyklingu dla nowo produkowanych pojazdów, które zgodnie z wymaganiami Dyrektywy 2000/53/EC powinny wynosić od 2006r. 85%, od roku 2015r. 95% (wskaźnik odzysku).

3. Proekologiczne działania producentów samochodów

Producenci pojazdów, wprowadzają szereg modyfikacji w konstrukcji pojazdów, prowadzących do zmniejszenia masy pojazdu. Wpływa to na zmniejszenie zużycia paliwa oraz wiąże się z zastępowaniem metalu przez tworzywa sztuczne oraz włókien szklanych przez włókna naturalne.

Firma Volvo od niedawna wykorzystuje włókna konopi w kompozytach stosowanych do wytwarzania podłogi, paneli słupków i konsoli środkowej. W 2007 r. rozpoczęto stosowanie tych włókien w pokryciach foteli [2].

Honda wprowadziła wymagania o dopuszczalnej ilości chloru w pozostałości po mieleniu pojazdów wytwarzanych od 2005 roku do wysokości 1% [2].

Firma Renault w modelu Megane już z 1995 roku, zmniejszyła liczbę stosowanych materiałów do 6, były to stal, szkło, aluminium, elastomery, poliolefiny, poliuretan i stanowiły 87% masy pojazdu. Natomiast koncern PSA Peugeot Citroën osiągnął wartość pięciu grup materiałów w budowie 90% produkowanych w 2005 roku pojazdów [4].

Firmy DaimlerChrysler w projekcie Composite Konzept Vehicle (CCV) mają w planach wykonanie karoserii samochodu zbudowanej jedynie z tworzywa sztucznego, jakim ma być poli(tereftalan etylenu) Impet PET firmy Ticona, wzmacniany włóknem szklanym. Projekt zakłada, że karoseria składa się z 4 części połączonych klejem i mocowanych na stalowym szkielecie, podobnie jak silnik i elementy zawieszenia. Masa pojazdu powinna zmniejszyć się o 600kg. Sześć elementów z tworzywa sztucznego zastępuje 80 części stalowych, pierwotnie stosowanych do skonstruowania karoserii. Prognozowany czas montażu pojazdu wynosi 6,5 godzin zamiast 19-tu. Koszt takiego pojazdu to 6000 USD, a jego recykling jest dużo prostszy. Analogiczny materiał firma Chrysler zastosowała także w modelach Dodge ESX2 oraz Plymouth Pronto Spyder. Firma ta, zgodnie z zasadami proekologicznego projektowania stosuje w konstrukcjach pojazdów włókna naturalne (konopie, kokos, abaka), natomiast Mercedes klasy A i S. Mercedes A zawiera 26 części o masie 43 kg z kompozytów polimerowych wzmacnianych włóknami naturalnymi [2].

Mercedes-Benz ekoprojektowaniem zajmuje się już o 10 lat. Przy projektowaniu nowego modelu Mercedesa klasy S wzięto pod uwagę wszystkie etapy cyklu życia pojazdu. O 9% zredukowano zużycie paliwa i o 2 dB emisję hałasu, dokonano zmian w konstrukcji pojazdu. Ogólnie zwiększono udział części odnawialnych do 43 kg, co stanowi 87% wzrost w porównaniu do poprzednich modeli. Wskaźnik odzysku osiągnął poziom 85%, w tym 10% to odzysk energii. Pięć komponentów o łącznej masie 21 kg wykonano z materiałów pochodzących z recyklingu, co stanowi 4% wzrost w porównaniu do poprzedniego modelu. [3].

Firma General Electric Plastisc z firmą Hundai wystawiły na Targach Motoryzacyjnych w Genewie w marcu 2007 roku pojazd demonstracyjny, w którym wykorzystano najnowsze materiały kompozytowe i termoplastyczne w postaci 30. Rozwiązań konstrukcyjno-technologicznych. Quarma Q jest lżejszy, o większej mocy oraz bardziej ekonomiczny niż produkowane obecnie samochody w tej klasie, a przy tym jest samochodem ekologicznym. Z kompozytów i polimerów na bazie poliwęglanu Lexan (PC), politetreftanu etylenowego Valox PET blendu poliwęglanu z politetreftanem Xenoy (PC/PET) i politlenku fenylenu Noryl PPOpolimerów wykonano m.in. Elastyczny przód i tył, wykładziny wnętrza, pokrywę silnika, błotniki, tylne drzwi, dach, elementy pod maską, izolację kabli. Zarówno Xenoy jak i Valox w 85% pochodzą z recyklingu poużytkowych butelek (PET) [9].

Ford wprowadził normę antyalergiczną, w której określono zawartość ftalanów (plastyfikatory PVC) w 1m³ powietrza we wnętrzu pojazdu do 30 µg, chlorowanych węglowodorów do 10 µg. Zapisy te dotyczą Forda Fokusa, Fokus C-MAX, S-MAX i Galaxy. Firma Ford planuje zwiększenie udziału materiałów pochodzących z upraw rolnych, np. poli(kwas mlekowy), produktów z soi i włókien konopnych. Ciekawostką jest możliwość wytwarzania z soi polioliu, stosowanego następnie do produkcji pianek wykorzystywanych w fotelach samochodowych. Model Modena ma zastosowane we wzmocnieniach drzwi kompozyty z włóknami kenafu [2].

Toyota jako pierwsza zastosowała tworzywo wytwarzane z biomasy do wytwarzania elementów pojazdów (pokrywa koła zapasowego oraz dywaniki podłogowe) w modelu Raum, firma zamierza stosować do 2020 r. 20 mln t tworzyw bio-pochodnych. Prowadzone są badania nad tworzywem Toyota Eco-Plastic, które ma być stosowane do budowy kołpaków, we wspomnianym wcześniej modelu [2, 6].

4. Skład materiałowy pojazdu

Dążenie do zbudowania pojazdu lekkiego, energooszczędnego i ekologicznego, powoduje wzrost udziału tworzyw sztucznych (w tym materiałów kompozytowych) w jego budowie. Niestety jedynie recykling stali, żeliwa, metali nieżelaznych, których zawartość w konstrukcji pojazdów systematycznie maleje, może dać wysokie wskaźniki recyklingu. Jedynym surowcem, który w 100% podlega recyklingowi jest stal. Tworzywa sztuczne, stanowiące około 25% masy pojazdu są przerabiane w niewielkim stopniu, z powodu barier technologicznych oraz nieopłacalności ekonomicznej związanej z ich odzyskiem.

Tab. 1. Tendencje w zastosowaniu materiałów konstrukcyjnych w budowie samochodu [6]

Lata produkcji	[%]		
	1980-1990	1990-2004	2005-2015
Stal, żelazo	72	62	40
Tworzywa sztuczne	7,5	17	38
Guma	5,5	6	6,5
Metale kolorowe	4,5	5	5,5
Płyny	5	5,5	6
Szkło	3,5	3	2,5
Pozostałe	2	1,5	1,5

Jak wynika z danych z Tab. 1, do demontażu będą trafiać pojazdy, w których stosunek stali do tworzyw sztucznych będzie się ciągle zmniejszał.

5. Tworzywa sztuczne w stosowane w konstrukcji samochodów

Tworzywa sztuczne stosowane w pojazdach samochodowych można podzielić na trzy grupy:

- termoplasty (plastomery) - tworzywa, które po podgrzaniu stają się miękkie, dają łatwo można je formować, po ochłodzeniu twardnieją przyjmując nową formę; uszkodzone elementy termoplastyczne naprawi się za pomocą: spawania lub klejenia przy użyciu klejów poliuretanowych,
- duroplasty (tworzywa termo- lub chemoutwardzalne), materiały, które nie topią się i nie rozpuszczają w wysokich temperaturach. Są to tworzywa twarde, ale jednocześnie kruche, łamliwe przy uderzeniu (np. bakelit),

- elastomery, mają właściwości podobne do kauczuku (gumową elastyczność, również w podwyższonych temperaturach); stosowane są głównie do produkcji uszczelek, nakładek, zderzaków, spoilerów [10].

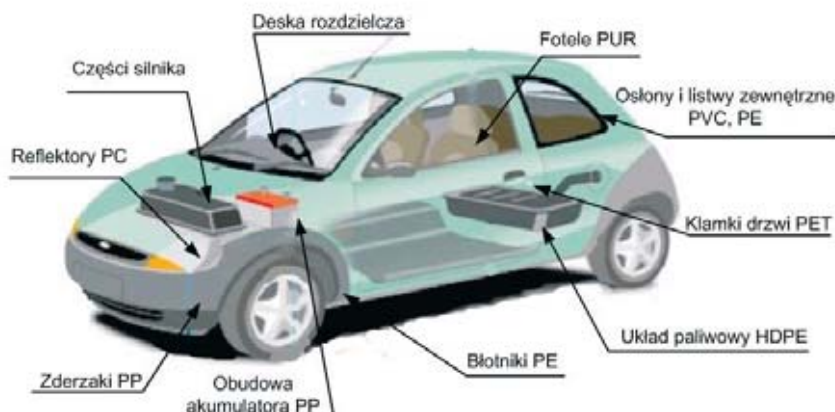
W pojazdach można wyróżnić 25 gatunków tworzyw sztucznych, z których zbudowane jest ok. 2000 elementów, oprócz tego są jeszcze drobne metalowe części typu zatrzaski, pianki itp. Wymagają one oznaczenia już na etapie produkcji pojazdów. Są rozdzielane przed procesem recyklingu. Elementy oznacza się odpowiednimi numerami kodowymi, symbolami polimerów bądź kodem kreskowym [2].

Tab. 2. Udział wagowy wybranych elementów z tworzyw sztucznych w pojazdach

Detal	Materiał	Ciężar [kg]
Zderzak	PP, ABS, PC	10
Fotele	PUR, PP, PVC	13
Deska rozdzielcza	PP, ABS, PA, PC, PE	15
Układ paliwowy	PE, POM, PA, PP	7
Karoseria	PP, PPE, poliestry	6
Komora silnika	PP, PPE, poliestry,	12
Akcesoria wewnętrzne	PP, ABS, PET, POM, PVC	30
Instalacja elektryczna	PP, PE, PBT, PA, PVC	7
Akcesoria zewnętrzne	ABS, PC, PBT, ASA, PP	6
Lampy, reflektory	PP, PC, ABS, PMMA	6
Wykładziny	PVC, PUR, PP, PE	8
Pojemniki	PP, PE, PA	2

Źródło: <http://www.oiler.com.pl/ogolne/gospodarka/porady/gospodarka/tworzywa/tworzywa.htm>

Wymagania związane z ekologią, które ułatwiają recykling i powodują zmniejszenie masy pojazdu spełniają materiały powstałe z surowców odnawialnych np. włókna naturalne, mączka drzewna, polimery. Inny rodzaj stanowią nanokompozyty, materiały samowzmacniające (kompozyty monomateriałowe) - SRP, czy tzw. „inteligentne” (smart materials) [2].



Rys. 1. Zastosowanie tworzyw sztucznych w budowie samochodu osobowego[8], wg Association of plastics manufactures in Europe

Asortyment materiałów polimerowych stosowanych w pojazdach jest stosunkowo duży, co umożliwia dobór materiałów do określonych wymagań. Poszczególne polimery charakteryzują się odmiennymi właściwościami wytrzymałościowymi, termicznymi, optycznymi czy elektrycznymi [1].

Tab. 3. Zastosowanie tworzyw sztucznych w budowie samochodu osobowego [1]

Część	Symbol	Tworzywo
Górna osłona szyby czołowej, osłony szyby tylnej i bocznej	PVC	polichlorek winylu
Osłona podszybia	PP	Polipropylen
Reflektor przedni i tylny	PP PC	polipropylen, poliwęglan
Zderzak przedni i tylny	PP	Polipropylen
Atrapa przednia	ABS (PP)	ABS (polipropylen)
Kierunkowskazy przednie i boczne	PMMA ABS	polimetakrylan metylu, kopolimer ABS
Listwa zderzaka przedniego i tylnego	PP	Polipropylen
Listwa błotnika przedniego i tylnego	PVC	polichlorek winylu
Listwy drzwi	PVC	polichlorek winylu
Osłona boczna	PE	Polietylen
Rynna dachu	PVC	polichlorek winylu
Lusterko zewnętrzne	AAS ABS	kopolimer AAS, kopolimer ABS
Błotnik	PE	Polietylen
Klamki drzwi	PBT	Politereftalan butylenu

Źródło: „Recykling tworzyw sztucznych w przemyśle samochodowym” *Recykling* 10(58)2005

Tworzywa najczęściej wykorzystywane w budowie samochodu to:

- PUR (poliuretan) składnik desek rozdzielczych, kierownicy, gąbek w konstrukcji siedzeń,
- PP (polipropylen) wykorzystywany w konstrukcji zbiornika paliwa, obudowy akumulatora, zderzaków, spoilerów, lusterek,
- PCV (polichlorek winylu) w izolacji instalacji elektrycznej,
- ABS - kopolimer akrylonitrylu, butadienu i styrenu - przełączniki,
- PE i HDPE Polietylen - kanistry i butelki po olejach i płynach eksploatacyjnych [11].

6. Recyklingu odpadów z tworzyw sztucznych

Elementy pojazdów samochodowych, wykonane z tworzyw sztucznych, mogą być poddane recyklingowi materiałowemu, chemicznemu, regeneracji i powtórnemu użyciu elementów oraz recyklingowi energetycznemu.

Recykling materiałowy - przetworzone odpady, stosowane są jako surowiec do dalszej produkcji

Recykling chemiczny, czyli procesy uwodornienia, hydrolizy, dehydrochlorowania, glikolizy, alkoholizy, zagazowania, hydrokrakingu [12]. Ta forma recyklingu jest stosunkowo droga, polega na rozdzieleniu cząsteczek polimeru na monomery. Cząsteczki monomeru stosuje się bezpośrednio do produkcji polimerów lub innych związków chemicznych, które na późniejszym etapie procesu wykorzystuje się jako materiały wejściowe w chemicznych procesach przemysłowych.

Odzysk termicznego - procesy pirolizy, spalania z odzyskiem energii, charakteryzuje je wysoka wartość opałową, ale spalanie ich odpadów powinno odbywać się w urządzeniach

i instalacjach niedopuszczających do przedostania się szkodliwych gazów do atmosfery. Na skutek zbyt niskiej temperatury spalania, mogą przedostać się do atmosfery substancje toksyczne np. tlenowe związki chloru (w tym dioksyny) czy tlenki siarki [1, 6].

Spośród wykorzystywanych tworzyw w samochodzie dominują poliuretany (15%), polichlorek winylu, polipropylen i akrylonitryl/butadien/styren (każdy po 12%), pozostałe to poliamid, polietyleny, poliwęglan, bromowane związki uniepalniające, materiały kompozytowe i inne [12]. Polichlorek winylu (PVC) - to tworzywo sztuczne otrzymywane w wyniku polimeryzacji monomeru - chlorku winylu. Posiada właściwości termoplastyczne, dużą wytrzymałość mechaniczną, odporność na działanie wielu rozpuszczalników. Zarówno produkcja, jak i składowanie zużytego PCV powoduje zagrożenie dla środowiska [12].

Pianka poliuretanowa PUR - jej recykling można przeprowadzić w procesie recyklingu materiałowego, który stosuje się m.in. w technologii termoplastów, najpowszechniej stosowane jest jej rozdrabnianie, następnie zastosowanie jako wypełniacza do opakowań, poduszek, zabawek. W budownictwie do wypełnienia wykładzin podłogowych. Sproszkowana pianka wykorzystywana jest do produkcji nowych pianek, jako napelniacz duroplastów, mas poliestrowych, mieszanek gumowych. Również utylizuje się pianki rozdrabniając je, proszkując i wprowadzając jako dodatek do polioliu. Proces ten umożliwia uzyskanie nowych pianek po niższych kosztach. Często do sproszkowanych lub rozdrobnionych pianek dodaje się substancje wiążące, włókna wzmacniające, tekstylia, poddaje się prasowaniu. W ten sposób uzyskuje się materiały stosowane później w przemyśle samochodowym. Można również, bez dodawania substancji wiążących formować pianki na gorąco (200C°), pod ciśnieniem. Innym sposobem przetworzenia odpadów z pianek poliuretanowych jest recykling chemiczny (glikoliza, alkoholiza, hydroliza), produktem procesu są substancje ciekłe wykorzystywane do produkcji nowych pianek. Materiał poliuretanowy może być spalany, dają energię cieplną lub być stosowany jako wsad w przemyśle hutniczym [1,7].

Bromowane związki uniepalniające (BFR) poli (bromowane etery difenyłowe) - dodatki zmniejszające palność tworzywa sztucznych a dodawane do materiałów, z których budowane są fotele, deski rozdzielcze, okablowanie. Niestety mają tendencję do gromadzenia się w wątrobie, tarczycy, są toksyczne [2].

Materiały kompozytowe - kompozyty polimerowe OMC złożone są z osnowy polimerowej oraz zbrojenia, są lżejsze od materiałów. Stosowanie kompozytów polimerowych staje się coraz powszedniejsze szczególnie w nadwoziu i pod maską, dzięki ich właściwościom mechaniczno-wytrzymałościowym, przy najmniejszym ciężarze właściwym. Zbrojenie stanowią włókna szklane, węglowe, aramidowe, włókna baru, konopi, juty, rzepaku, soi, bawełny, itp. Odpady z kompozytów, po zmieleniu najczęściej stosowane są jako wypełniacze, po obróbce termicznej, która umożliwia odzysk włókien, mogą być wykorzystywane jako materiał wzmacniający [9].

7. Podsumowanie

Producenci samochodów zostali zobligowani przez ustawodawstwo europejskie z dziedziny recyklingu do zmniejszenia rodzajów i liczby tworzyw sztucznych stosowanych w konstrukcji pojazdów, do unikania stosowania laminatów lub do wytwarzania ich z polimerów, projektowania tak by umożliwić dostęp do części podlegających demontażowi. Koncerny samochodowe zobowiązały się do eliminacji PVC, BFR, związków halogenowych z pojazdów. Dyrektywa 200/53/WE w sprawie pojazdów wycofanych z eksploatacji narzuca obowiązek ponownego użycia lub recyklingu, w co najmniej 85% masy pojazdu i ponownego użycia recyklingu i odzysku, w co najmniej 95% masy pojazdu.

Zastosowanie tworzyw sztucznych w pojazdach, w sposób istotny wpływa na zmniejszenie masy pojazdu i zużycie paliwa, co w znaczący sposób obniża emisję CO₂. Ponadto obecnie zaznacza się tendencja promowania pojazdów ekologicznych (np. premie dla nabywających auta o niskiej emisji CO₂, poniżej 130 g/km, dopłaty dla szczególnie uciążliwych, o wysokiej emisji CO₂).

Literatura

- [1] Kozłowski, M., Helczyk, K., *Recykling tworzyw sztucznych w przemyśle samochodowy*, Recykling 10(58), 2005.
- [2] Kozłowski, M., *Recykling tworzyw sztucznych z pojazdów*, III Ogólnopolska Konferencja Szkoleniowa, Recykling pojazdów wycofanych z eksploatacji, s. 25-34, Łódź 2008.
- [3] Lewandowska, A., Foltynowicz, Z., *Ekoprojektowanie w praktyce*, Recykling 3(75)/2007.
- [4] Merkisz-Guranowska, A., *Zmiany strategii związane z potrzebą recyklingu samochodów wycofanych z eksploatacji*, Materiały konferencyjne IV Konferencja Naukowo-Techniczna Problemy recyklingu, s. 147-152, Rogów 2005.
- [5] Osiński, J., *Rozwój krajowego systemu recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji*, Recykling 11(59), 2005.
- [6] Osiński, J., Żach P., *Wybrane zagadnienia recyklingu samochodów*, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, s. 115-126, Warszawa 2006.
- [7] Osiński, J., Żach, P., *Recykling struktur spienionych z wyposażenia pojazdów*, Recykling 3(75), 2007.
- [8] Ustawa o recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji z dnia 20 stycznia 2005 roku, Art.6-9 (Dz. U. z 2005r., Nr 25, poz. 202, Nr 175, poz. 1458).
- [9] Wojciechowski, A., Rudnik, D., Michalski, R., *Tworzywa sztuczne w pojazdach samochodowych i ich recykling*, V Międzynarodowa Konferencja Naukowo - Techniczna Problemy recyklingu, s. 436-445, Warszawa 2007.
- [10] http://wckp.lodz.pl/b_okup/06/04.pdf.
- [11] <http://www.oiler.com.pl/ogolne/gospodarka/porady/gospodarka/tworzywa/tworzywam>.
- [12] http://www.tworzywa.com.pl/statystyki_zestawienia/statystyki_zestawienia.asp?ID=40.