

Beata PAWŁOWSKA
Politechnika Rzeszowska

RECYKLING JAKO KLUCZOWE ZAGADNIENIE W PROCESIE PROJEKTOWANIA POJAZDÓW SAMOCHODOWYCH

Samochody, dla których dobiegł końca okres eksploatacji, są określane jako pojazdy o zakończonym życiu technicznym. Obecnie średnio 75÷80% masy samochodów wycofanych z eksploatacji podlega recyklingowi. Natomiast pozostałe 20÷25% ich masy, na którą składa się głównie niejednorodna mieszanina różnych materiałów, takich jak tworzywa sztuczne, guma, szkło, tekstylia i in., pozostaje niezagospodarowana. W celu osiągnięcia jak najbardziej efektywnego wykorzystania zasobów naturalnych oraz ograniczenia ilości deponowanych odpadów, konieczne są działania mające na celu stałe zwiększanie stopnia zagospodarowania odpadów i promowanie powtórnego wykorzystania oraz recyklingu złomowanych części, aż do osiągnięcia zerowej ilości traconych surowców. Koncerny samochodowe na etapie projektowania pojazdów wprowadzają materiały podatne do recyklingu oraz rozwiązania uwzględniające łatwość demontażu. W procesie tym wykorzystywane są informacje zwrotne od wszystkich ogniw łańcucha recyklingu.

Słowa kluczowe: recykling, projektowanie, pojazdy samochodowe

Wstęp

W ostatnich latach rozwój motoryzacji (wymiana starych pojazdów na nowe) oraz przystąpienie Polski do Unii Europejskiej (umożliwienie sprowadzania tanich samochodów używanych z krajów UE) spowodowały wzrost liczby samochodów osobowych wycofywanych z eksploatacji. Wyeksploatowane pojazdy uważa się za odpady niebezpieczne. Ze względu na ich budowę i skład (duży udział surowców wtórnych, zawartość substancji niebezpiecznych i uciążliwych dla środowiska) występuje konieczność specjalnego – bezpiecznego dla środowiska – postępowania z pojazdami złomowanymi. Samochód w swej konstrukcji zawiera [1÷5]:

- metale (ok. 75%),
- płyny eksploatacyjne (oleje, płyn chłodniczy i hamulcowy, płyn do spryskiwaczy) – około 1%,
- tworzywa sztuczne (ok. 0,8%),

- gumę (ok. 0,8%),
- szkło (ok. 2,7%),
- opony (ok. 2,9%),
- akumulator (ok. 1,4%),
- piankę poliuretanową (ok. 0,7%).

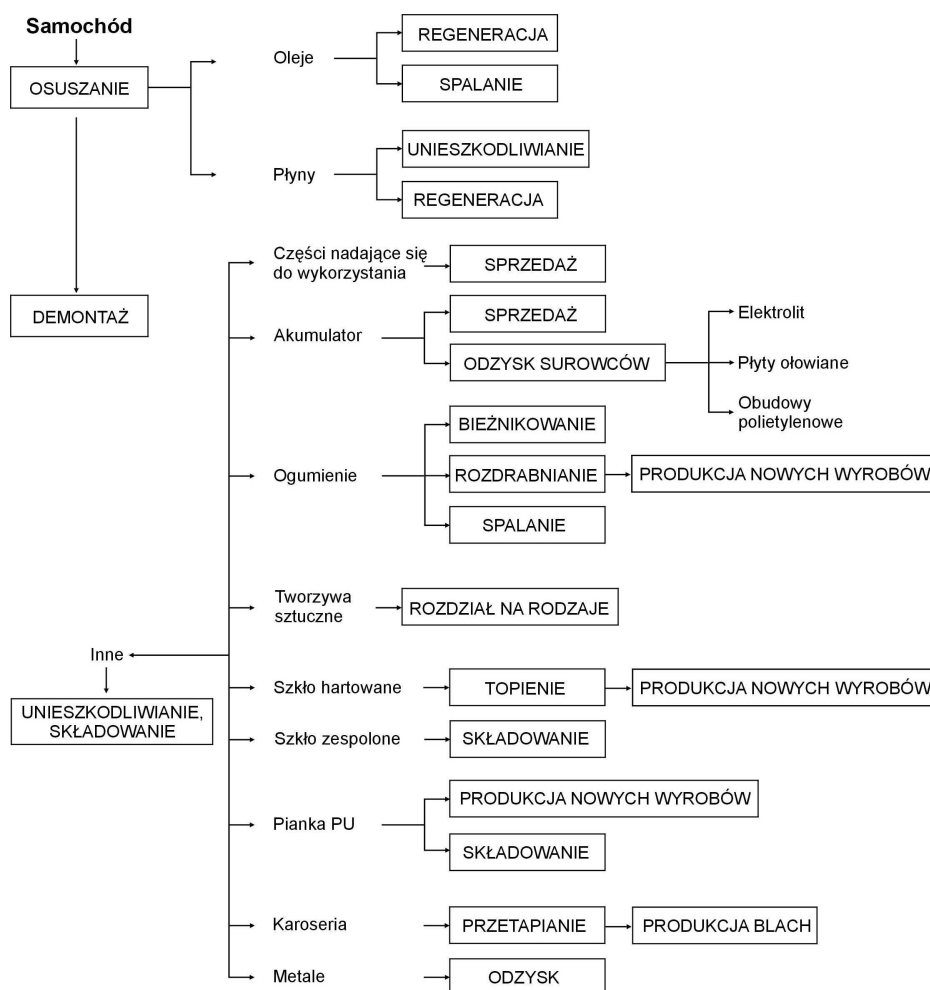
Substancje niebezpieczne wchodzące w skład samochodu to [1÷3]:

- akumulatory i zbiorniki płynnego gazu,
- poduszki powietrzne,
- paliwa, oleje przepracowane i inne płyny,
- filtry olejowe,
- elementy zawierające rtęć,
- okładziny hamulcowe z azbestem,
- urządzenia klimatyzacyjne zawierające związki freonu.

Podzespoły odzyskane ze złomowanych pojazdów samochodowych mogą być poddane recyklingowi materiałowemu [4÷5], (karoseria, szkło, tworzywa sztuczne, oleje przepracowane), energetycznemu (opony, oleje przepracowane, tworzywa sztuczne), surowcowemu (piroliza, uwodornienie, hydroliza, dehydrochlorowanie – tworzywa polimerowe) oraz produktowemu (części zamienne, akumulatory). Pozostałe materiały (ok. 14,7%) są kierowane na składowiska. Na rys. 1. przedstawiono uproszczony schemat postępowania ze złomowanymi pojazdami.

Ze złomowanych samochodów stacje demontażu usuwają w pierwszej kolejności płyny, silnik, skrzynie biegów, ogumienie, akumulator, reaktory katalityczne oraz inne elementy, które najczęściej zostają poddane recyklingowi bądź powtórnemu użyciu (rys. 2.). Z rozdrobnionego w strzępiarce nadwozia odzyskiwane są metale żelazne i nieżelazne, które w dalszym etapie recyklingu podlegają przetopowi. Pozostałości z procesu strzępienia trafiają jako odpad na wysypiska.

W celu bardziej efektywnego wykorzystania zasobów nieodnawialnych, samochód jest przygotowywany do recyklingu już na etapie projektowania. Koncerny samochodowe formułują wytyczne dotyczące projektowania samochodów na bazie technologii recyklingu oraz rezultatów analiz i badań łatwości demontażu. Na ich podstawie są dokonywane wstępne szacunki możliwości odzyskiwania już na etapie projektowania każdej nowej serii samochodów. Wytyczne te szczegółowo określają wymogi projektowe z zakresu doboru i zdolności do demontażu ze złomowanego samochodu kilkuset części z tworzyw sztucznych, jak również substancji o szczególnie szkodliwym wpływie na środowisko naturalne. Nieustanne dopracowywanie podanych wytycznych i doskonalenie systemu wstępnego szacowania (*Prior Assessment System*) powinny prowadzić do takiego projektowania pojazdu samochodowego, by jego konstrukcja uwzględniała problem odzysku części i materiałów.

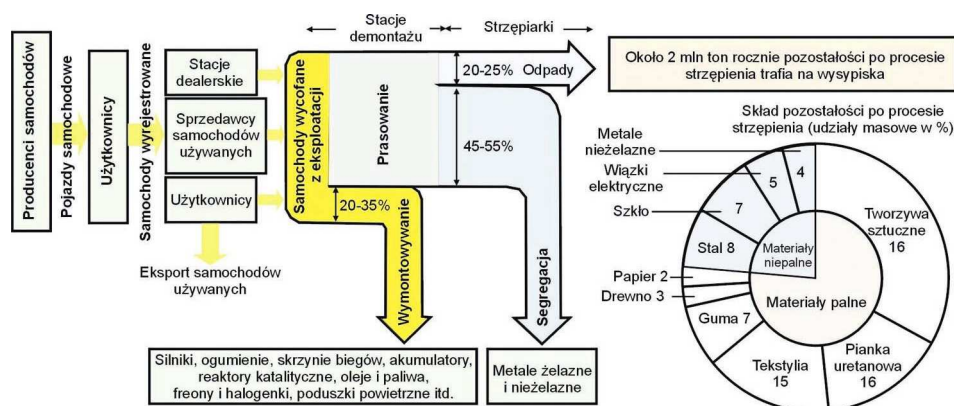


Rys.1. Schemat postępowania z pojazdami wycofanymi z eksploatacji, na podstawie [6]

Fig. 1. Scheme with vehicles receded from exploitation procedure, on the basis of [6]

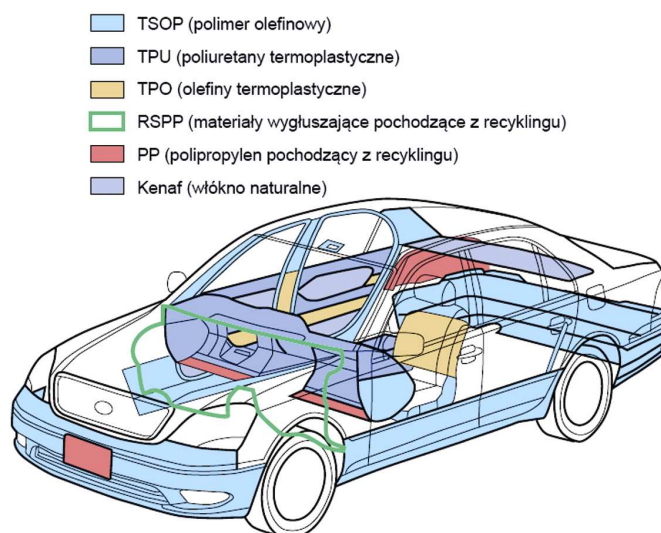
Innowacje w materiałach i procesach sortowania

Tworzywa polimerowe stosowane w samochodach powinny wykazywać wysoką sztywność i udarność, jak również doskonałą podatność na wtórne przetwarzanie, tzn. nie powinny tracić swoich własności w procesie recyklingu. Przykłady takich materiałów wykorzystywanych w modelu Toyoty LS430 przedstawia rysunek 3. Wykorzystując technologie projektowania cząsteczkowego, oparte na bazie nowej teorii krystalizacji, w 1991 roku Toyota opracowała i wprowadziła na rynek termoplastyczne tworzywo polimerowe Toyota Super



Rys. 2. Droga złomowania pojazdów wycofanych z eksploatacji, na podstawie [7]

Fig. 2. Disposal route for end-of-life vehicles, on the basis of [7]



Rys. 3. Zastosowanie materiałów ułatwiających recykling w modelu Toyota LS430, na podstawie [7]

Fig. 3. Use of material that takes recycling into consideration in the Toyota LS430, on the basis of [7]

Olefin Polymer (TSOP), charakteryzujące się lepszymi możliwościami odzyskiwania niż konwencjonalny umocniony polipropylen kompozytowy (PP). TSOP jest już stosowany w szerokiej gamie części wewnętrznych i zewnętrznych nowych modeli Corolli, np. w przednim i tylnym zderzaku. Częstotkowy skład tworzywa TSOP przeszedł wiele modyfikacji, a otrzymany w ten sposób

udoskonalony materiał jest stosowany od września 1999 roku. W celu zwiększenia możliwości odzyskiwania części po demontażu, Toyota stosuje ten sam rodzaj tworzywa termoplastycznego na deski rozdzielcze, kanały wentylacyjne, wkładki izolacyjne i uszczelnienia. Co więcej, części te są mocowane za pomocą zgrzewania tarcowego, zamiast wkrętów czy metalowych zacisków, co eliminuje konieczność ich rozmontowywania [7÷10]. Oprócz tych zmian montażowo-konstrukcyjnych koncerny samochodowe starają się tworzyć konstrukcje ułatwiające odzysk materiałów poprzez redukcję liczby części i połączeń oraz ich integrowanie. Aby ułatwić identyfikację części z tworzyw sztucznych, koncerny wprowadzają system znakowania materiałów. Obecnie zgodny z międzynarodowymi standardami system oznakowania jest stosowany w przypadku części z tworzyw sztucznych i gumowych o masie powyżej 100 g.

Projektowanie z troską o ochronę środowiska

Coraz większy nacisk jest kładziony na zmniejszenie ilości pozostałości oraz wzrost ich jakości po rozdrabnianiu złomowanych samochodów. Dlatego już na etapie projektowania ogranicza się ilość ołowiu, który stanowi niebezpieczną dla środowiska pozostałość z procesu strzępienia wraku pojazdu. W wielu elementach produkowanej w Wielkiej Brytanii nowej Corolli wyeliminowano zawartość ołowiu (tab. 1.). Na przykład wiązki przewodów, tradycyjnie wymagające ołowiu ze względu na odporność cieplną, zostały zastąpione przez inny, równie odporny na ciepło materiał bez domieszki tego pierwiastka. Inne przykłady to chłodnica, rdzeń nagrzewnicy oraz przewody paliwowe i zbiornik

Tabela 1. Przykłady elementów samochodowych, z których eliminuje się zawartość ołowiu, na podstawie [7]

Table 1. Example of parts from which lead has been eliminated, on the basis of [7]

Przykłady części, z których wyeliminowano ołów	Przykłady części, dla których trwa proces eliminowania ołowiu
<ul style="list-style-type: none"> • Zaciski biegunów akumulatora • Miedziane chłodnice • Miedziane rdzenie nagrzewnic • Podkłady lakiernicze • Przewody wysokiego ciśnienia w obwodzie wspomagania układu kierowniczego • Boczne listwy nadwozia • Wiązki przewodów • Czujniki przyspieszenia w mechanizmach pasów bezpieczeństwa • Przewody paliwowe 	<ul style="list-style-type: none"> • Zbiorniki paliwa • Nadruki ceramiczne na szybach • Przeciwwagi wskazówek przyrządów • Smar w przegubach homokinetycznych • Ciężarki wyrównowazające kół • Powłoki elektroforetyczne
	<p>Przykłady części, dla których technologia eliminowania ołowiu jest w fazie opracowywania</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • Elementy silnika • Elementy nadwozia • Płytki obwodów drukowanych itd.

paliwa. Czynione są również intensywne starania, aby znacząco usprawnić sposoby postępowania z poduszkami powietrznymi, zawierającymi materiały wytwarzające gaz.

Modernizacja poduszek powietrznych z uwzględnieniem ich złomowania

Podstawowym źródłem gazu stosowanym w poduszkach powietrznych jest toksyczny związek chemiczny o nazwie azydek sodu, który dopiero w momencie odpalenia poduszki przekształca się w nieszkodliwe substancje. Stwarza to potencjalne zagrożenie dla środowiska naturalnego w przypadku złomowania poduszek niezdetonowanych [7]. W tym celu koncerny samochodowe (np. Toyota), ściśle współpracując z producentami części samochodowych, opracowały i wdrożyły poduszki powietrzne, w których azydek sodu został zastąpiony innym związkiem. Aby ułatwić detonowanie poduszek powietrznych, zostały opracowane i wdrożone standardowe złączki, umożliwiające równoległe odpalenie poduszek przy obu przednich fotelach. Zostały one wprowadzone m. in. we wszystkich modelach Toyoty dostępnych na rynku japońskim oraz w niektórych modelach na rynku europejskim. Badane są też możliwości globalnego ujednolicenia standardów dla całej branży motoryzacyjnej.

Podsumowanie

W październiku 2000 roku Unia Europejska przyjęła Dyrektywę (2000/53/EC) dotyczącą samochodów wycofanych z eksploatacji, która poszukuje sposobów zapobiegania powstawaniu odpadów, ograniczania ich ilości oraz zwiększania stopnia powtórnego wykorzystania, recyklingu i regeneracji podzespołów samochodów wycofanych z eksploatacji. Dyrektywa promuje również konstrukcje proekologiczne, stosowanie materiałów łatwo przetwarzalnych i doskonalenie działań z zakresu ochrony środowiska wszystkich podmiotów zaangażowanych w końcowym etapie życia technicznego samochodów (m.in. stacji demontażu i przedsiębiorstw rozdrabniających złomowane pojazdy). Recykling pojazdów samochodowych przyczynia się do zredukowania zagrożeń dla środowiska naturalnego. Efektywne wykorzystywanie zasobów, poprzez zagospodarowanie materiałów odpadowych lub użycie ich jako źródła energii, zmniejsza niekorzystny wpływ na środowisko naturalne i potencjalne zagrożenia wynikające ze składowania odpadów na wysypiskach. Należy pamiętać, że recykling powinien być traktowany jako kluczowy aspekt w okresie całego cyklu życia technicznego pojazdu, od założeń koncepcyjnych, aż po końcowe złomowanie. W związku z tym koncerny samochodowe podejmują działania mające na celu w maksymalnym stopniu zredukowanie ilości odpadów i poddawanie wtór-

nemu przetwarzaniu wszystkiego, co tylko może zostać ponownie użyte na etapie konstruowania, produkcji, eksploatacji i złomowania pojazdu.

Literatura

- [1] Bocheński I.: Recykling pojazdów samochodowych, *Recykling*, 6 (2004), 8-11.
- [2] Machnicka-Hławiczka M., Walczak K.: Organizacja i projektowanie stacji demontażu i recyklingu wyeksploatowanych samochodów, *Recykling*, 7 (2003), 23-27.
- [3] Mikuła J.: Recykling wraków samochodowych w świetle Krajowego Planu Gospodarki Odpadami, <http://riad.usk.pk.edu.pl>
- [4] Stachowicz F.: Reuse, recovery and recycling of metals from end of life vehicles, *Progressive Technologies and Materials*, OW PRz, Rzeszów 2005, pp. 93-103.
- [5] Stachowicz F.: Odzysk metali w procesach recyklingu pojazdów samochodowych wycofanych z eksploatacji, IV Konf. „Problemy recyklingu”, Rogów 2005, s. 239-244.
- [6] Materiał instruktażowy opracowany w ramach projektu współfinansowanego ze środków Unii Europejskiej – Life04 env/PL/, Branża Motoryzacyjna.
- [7] www.toyota.pl
- [8] www.odpady.org.pl
- [9] www.gartija.pl
- [10] Gwiazdowicz M.: Problematyka recyklingu samochodów w Polsce oraz w projektowanych przepisach Unii Europejskiej, Informacja nr 712, <http://biuro-se.sejm.gov.pl/teksty/i-712.htm>

RECYCLING AS A KEY ISSUE IN THE DESIGN PROCESS OF AUTOMOTIVE VEHICLE

Automobiles manufactured by automakers and used by consumers until the end of their useful life are referred as end-of-life vehicles. At present, approximately 75 to 80% of end-of-life vehicles in terms of weight is being recycled (metallic fractions - ferrous and non ferrous). However, the remaining 20 to 25% of their, consisting mainly of heterogeneous mix of materials such as resins, rubber, glass, textile, etc., is still being discarded. In order to reach the most effective use of natural resources and reduction of the volume of disposable waste, automobile recycling activities must include efforts to further reducing the volume of this waste and promote its reuse and recycling to ultimately achieve zero waste. In the development stage automotive concerns have been developing easy-to recycle materials and taking removability into consideration. This process takes benefit from feedback of information from all along the recycling chain.

Keywords: recycling, design, automotive vehicle

Złożono w Redakcji w listopadzie 2009 r.