



Poliurethane foams – properties, applications, recycling

Wiesław BARNAT¹, Danuta MIEDZIŃSKA², Tadeusz NIEZGODA³

¹ Wojskowa Akademia Techniczna, ul. Kaliskiego 2, 00-908 Warszawa, tel.: 22-68-37-096,
e-mail: wbarnat@wat.edu.pl

² Wojskowa Akademia Techniczna, ul. Kaliskiego 2, 00-908 Warszawa, tel.: 22-68-37-096,
e-mail: dmiedzinska@wat.edu.pl

³ Wojskowa Akademia Techniczna, ul. Kaliskiego 2, 00-908 Warszawa, tel.: 22-68-37-096,
e-mail: tniezgoda@wat.edu.pl

Abstract

Polyurethane foam refers to a number of different types of foam consisting of polymers made of molecular chains bound together by urethane links. It can be flexible or rigid, but has a low density. Flexible polyurethane is made in blocks and then cut to its desired shape. At the end of their service life, polyurethanes can be sent for reuse (for example, rebonding) or chemical recycling, or can be incinerated for energy recovery. The chosen problems connected with research, implementations and recycling of polyurethane foams were presented.

Keywords: poliurethane foams, polymers, recycling

Streszczenie

Pianki poliuretanowe – właściwości, zastosowania, recykling

Pianka poliuretanowa jest tworzywem sztucznym składającym się z komórek litego poliuretanu, który otacza pęcherzyki gazu. Materiał ten może być sztywny lub podatny na odkształcenia, ale zawsze charakteryzuje się niską gęstością. Pianki najczęściej są produkowane w formie dużych bloków, które ucinają się do pożądanego kształtu. Po zakończeniu okresu użytkowania poliuretany mogą być odzyskiwane w celu ponownego użycia lub poddawane recyklingowi chemicznemu. W artykule przedstawione zostały wybrane problemy związane z badaniem, zastosowaniem i w dalszej kolejności recyklingiem pian polimerowych.

Słowa kluczowe: pianki poliuretanowe, tworzywa sztuczne, recykling.

1. Wstęp

Pianka poliuretanowa jest tworzywem sztucznym składającym się z komórek litego poliuretanu, który otacza pęcherzyki gazu, najczęściej dwutlenku węgla. Produkcja pianek poliuretanowych polega na tym, że ciekła mieszanina surowców o gęstości około 1000 kg/m³, w wyniku złożonych reakcji chemicznych, zwiększa swoją objętość nawet 60-krotnie, tworzy strukturę komórkową i staje się tworzywem o odpowiednich właściwościach fizyko-mechanicznych (twardość, gęstość, elastyczność, odporność na zrywanie, itp.). Cały ten proces trwa około dwóch minut i powoduje wzrost temperatury wewnątrz bloku nawet do 160° C.

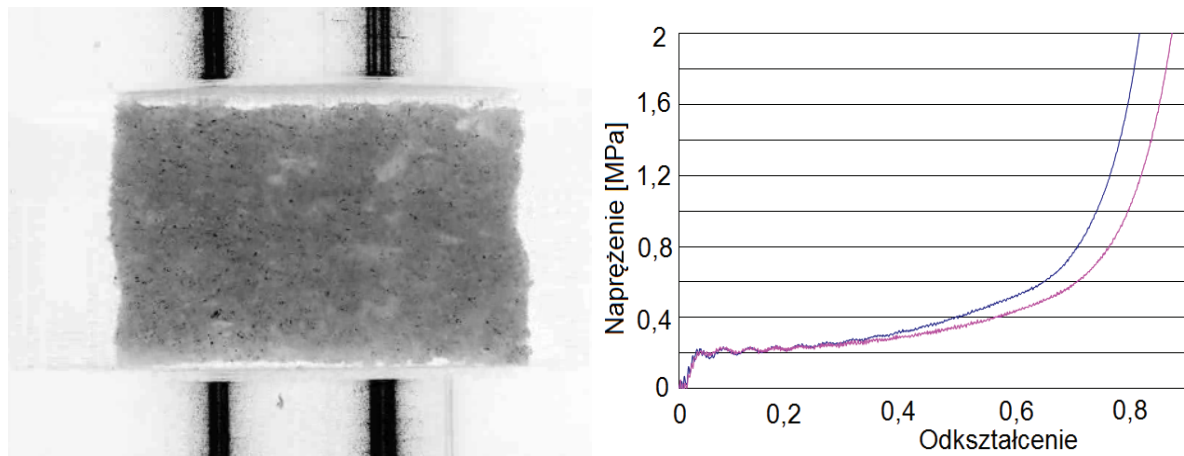
Odpady pianek poliuretanowych znajdują się w wielu zużytych wyrobach codziennego użytku i tak ze względów ekologicznych jak i ekonomicznych, powinny być odzyskiwane i ponownie wykorzystywane. Odpady mogą stanowić surowiec do produkcji nowych wyrobów lub stanowić częściowy zamiennik surowca oryginalnego [1].

2. Właściwości

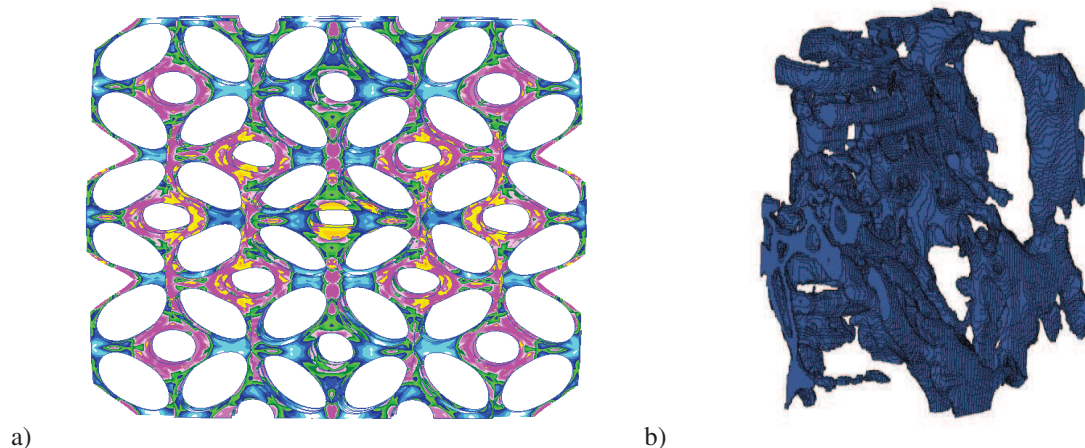
Dziś trudno byłoby wymienić dziedzinę techniki, w której poliuretany (PUR) nie znalazły zastosowania. Do najważniejszych zalet PUR należą: wybitna odporność na ścieranie, działanie wody i czynników atmosferycznych, wysoka odporność na oleje i smary, rozcieńczone kwasy i zasady, rozpuszczalniki organiczne.

Na właściwości mechaniczne poliuretanów jedynie w niewielkim stopniu wpływają zmiany temperatury: górna granica użytkowania .

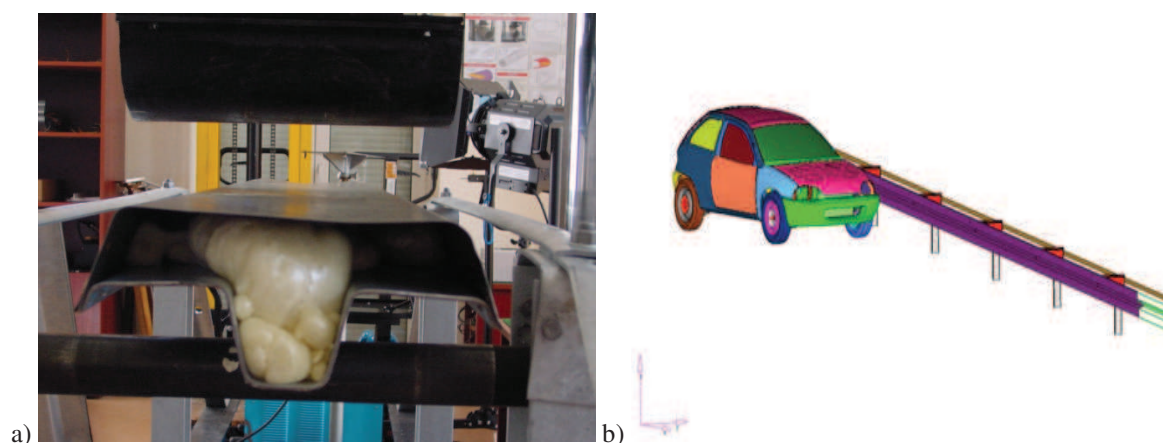
W Katedrze Mechaniki i Informatyki Stosowanej prowadzone są badania właściwości mechanicznych pianek poliuretanowych ze szczególnym ukierunkowaniem na energochłonność. Są to badania eksperymentalne – rys. 1, badania numeryczne – rys. 2 [2] oraz analizy mające na celu poszukiwanie nowych zastosowań dla opisywanych materiałów [3]. Przykładowe zastosowania pian poliuretanowych, jakie zostały zaproponowane przez badaczy Katedry przedstawiono na rys. 3. Są to fragmenty bariery drogowej zmodyfikowanej poprzez dołączenie nakładki wypełnionej pianką poliuretanową w celu zwiększenia energochłonności podczas uderzenia samochodu. Modyfikacja ta znacząco poprawiła bezpieczeństwo kierowcy i pasażerów pojazdu podczas wypadku drogowego.



Rys. 1. Badania eksperymentalne pian poliuretanowych



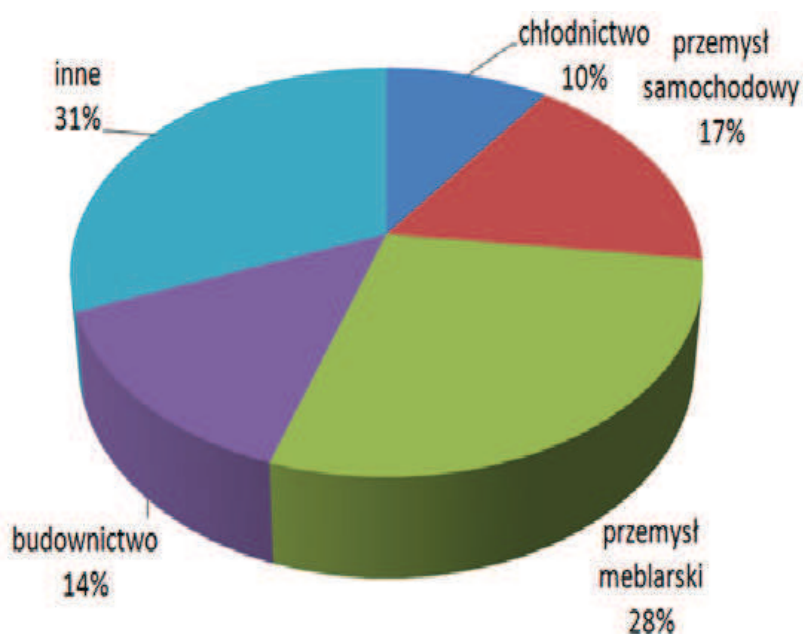
Rys. 2. Przykłady badań numerycznych pian poliuretanowych: a) modele abstrakcyjne, b) modele rzeczywiste



Rys. 3. Przykładowe zastosowania pian poliuretanowych we fragmentach infrastruktury drogowej: a) profil zmodyfikowanej bariery drogowej z nakładką wypełnioną pianą poliuretanową, b) model numeryczny do symulacji zjawiska zderzenia samochodu z barierą

3. Zastosowania

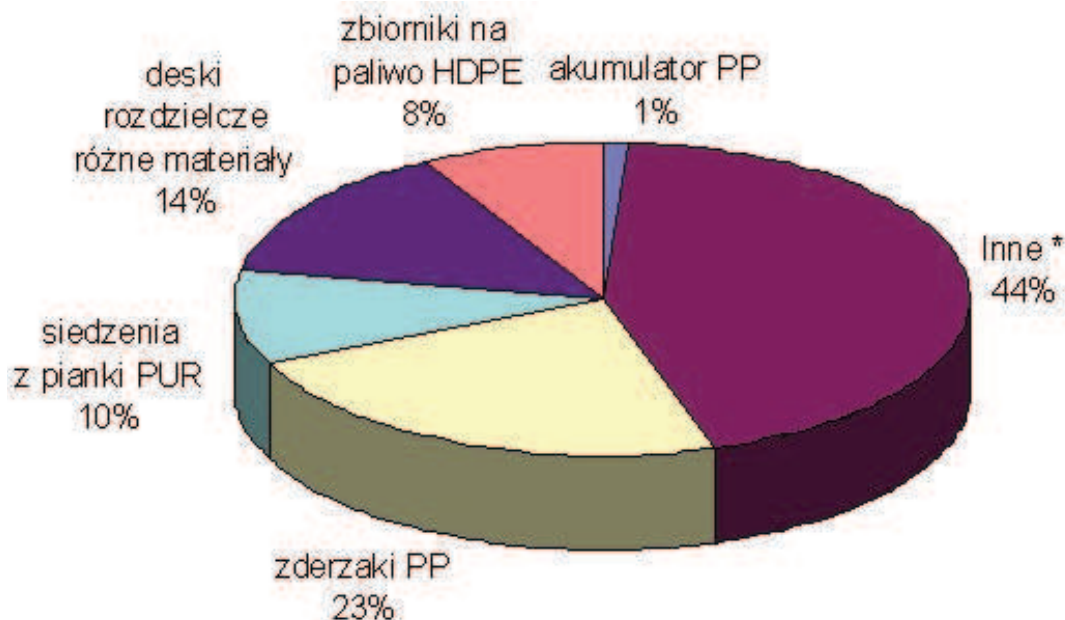
Głównymi sektorami gospodarki, w których wykorzystuje się materiały poliuretanowe, są: chłodnictwo - 10%, przemysł samochodowy - 17%, przemysł meblarski - 28%, budownictwo - 14%, inne - 31% (rys. 4). Przy ciągłym wzroście zapotrzebowania na różnego typu poliuretany, rośnie również ilość odpadów, które w mniejszym lub większym stopniu zagrażają środowisku naturalnemu człowieka. Dlatego też obecnie kładzie się nacisk na rozwój nowych technologii recyklingu tworzyw porowatych [4].



Rys. 4. Wykorzystanie materiałów poliuretanowych w poszczególnych gałęziach przemysłu

Obecnie widoczna jest tendencja stosowania coraz większej ilości tworzyw sztucznych przy zmniejszającej się ilości elementów wykonanych z żeliwa, staliwa lub stali. Współczesne samochody zawierają 15-20% tworzyw sztucznych (rys. 5). Taka ich ilość wynika z ich zalet, do których należą zmniejszenie masy elementu, łatwość projektowania przez dowolne formowanie kształtów (np. poprawiających właściwości aerodynamiczne pojazdów), poprawa jakości powierzchni elementów, dowolne barwienie i lakierowanie, izolacyjność termiczna,

odporność na działanie związków chemicznych i czynników atmosferycznych, wytrzymałość na zużycie, tłumienie hałasu i drgań, zwiększenie bezpieczeństwa pojazdów przez pochłanianie energii podczas wypadku, powrót do pierwotnego kształtu po odkształceniu, możliwość doboru materiałów o wymaganych właściwościach wytrzymałościowych i dielektrycznych, przystępne koszty przetwarzania i obróbki oraz możliwość recyklingu.



Rys. 5. Zastosowanie pianek elastycznych poliuretanowych w samochodach

4. Recykling

Obecnie widoczna jest tendencja stosowania coraz większej ilości tworzyw sztucznych. Współczesne samochody zawierają 15-20% tworzyw sztucznych. Taka ich ilość wynika z ich zalet, do których należą zmniejszenie masy elementu, łatwość projektowania przez dowolne formowanie kształtów (np. poprawiających właściwości aerodynamiczne pojazdów), dowolne barwienie i lakierowanie, izolacyjność termiczna, odporność na działanie związków chemicznych i czynników atmosferycznych, wytrzymałość na zużycie, tłumienie hałasu i drgań, zwiększenie bezpieczeństwa pojazdów przez pochłanianie energii podczas wypadku, możliwość doboru materiałów o wymaganych właściwościach wytrzymałościowych i dielektrycznych, przystępne koszty przetwarzania i obróbki oraz możliwość recyklingu [5].

Przeprowadzone badania wykazały, że odpady tworzyw sztucznych mogą stanowić nawet do 30% ogólnej ilości odpadów pozostawianych na składowiskach. Właściwości tworzyw sztucznych, tj. odporność na czynniki środowiska i długi lub bardzo długi czas rozpadu, który np. w przypadku PET wynosi 370 lat, powodują, że coraz większe ilości materiałów polimerowych zalegają na wysypiskach nieczystości [4].

Wyroby otrzymane z odpadów pianek elastycznych mogą znaleźć zastosowanie jako:

- maty tłumiące drgania i hałas w halach produkcyjnych i w kabinach samochodowych;
- materace rehabilitacyjne;
- materiały osłonowe w obiektach sportowych (tory saneczkowe, trasy narciarskie itp.);
- maty izolacyjne podłogowe w halach produkcyjnych;
- maty pochłaniające zanieczyszczenia olejowe w halach i warsztatach samochodowych.

Wyroby otrzymane z odpadów pianek sztywnych mogą stanowić substytut wyrobów oryginalnych takich jak:

- panele izolacyjne stosowane w budownictwie przemysłowym;
- wewnętrzne izolacje rur ciepłowniczych;

- izolacje akustyczne w ekranach dźwiękochłonnych;
- panele izolacyjne w urządzeniach chłodniczych.

Koszt wytwarzania wyrobów z odpadów pianek PUR jest co najmniej trzykrotnie niższy od kosztów wytwarzania analogicznego wyrobu z surowców oryginalnych.

4. Podsumowanie

W artykule przedstawione zostały wybrane problemy związane z badaniem, zastosowaniem i w dalszej kolejności recyklingiem pian polimerowych.

W Katedrze Mechaniki i Informatyki Stosowanej WAT opracowywane są metody własne badań tych materiałów na poziomie mikro i makrostrukturalnym, które mogą być z powodzeniem stosowane do konstruowania elementów energochłonnych montowanych na pojazdach, budynkach lub innych elementach infrastruktury np. drogowej. Jednakże projektując nowe konstrukcje, w których stosowane są nowoczesne materiały, a które są zużywane w trakcie eksploatacji (zniszczenie struktury piany podczas uderzenia) należy pamiętać o zaprojektowaniu metod ich recyklingu.

Literatura

1. Rydarowski H.: Recykling pianek poliuretanowych, *Muratorplus*, maj 2007, ss. 20-22.
2. Szymczyk W., Miedzińska D.: FEM modeling of failure of a foam single cell, *Solid State Phenomena*, 2010, 165, 400-403.
3. Barnat W., Niezgoda T., Szurgott P., Panowicz R.: Numerical analysis of the composite-foam panels applied to protect pipelines against the blast wave, *New trends in designing and application of ballistic protectors*, 17, 2-3, 2009, ss. 112-117.
4. Osiński J., Żach P.: Zastosowanie polimerów i kompozytów w budowie pojazdów ze względu na kryterium recyklingu, *IX Seminarium: Tworzywa sztuczne w budowie maszyn*, Referaty, Kraków, 26-29 września 2000.
5. Żach P.: Polimerowe struktury porowate, *Tworzywa Sztuczne i Chemia*, nr 2, 2006.