

Andrzej Stachowski¹

Agencja Techniki i Technologii, ul. Krucza 38/42, 00-512 Warszawa

MATERIAŁY POROWATE PRZYSZŁOŚCIOWYM ZASTOSOWANIEM W KONSTRUKCJACH

Problematyka materiałów porowatych w wielu ośrodkach światowych nie jest nowością, ale na szersze ich zastosowania należy chyba jeszcze poczekać. W kraju prowadzone są wstępne prace, których celem może być dalsze ich rozwinięcie prowadzące dopiero do zastosowania materiałów porowatych. W artykule została przedstawiona ogólna problematyka materiałów porowatych, z wyszczególnieniem niektórych dziedzin ich zastosowania, jak również i korzyści. Przewidywania, które jednocześnie są dużymi oczekiwaniami, wskazują, że rozwój technologii związanych z tą problematyką jest ukierunkowany na obniżenie ciężaru poruszających się konstrukcji, a to będzie powodować zwiększenie ich własności eksploatacyjnych. Jest to wyzwaniem, a jednocześnie priorytetem mogącym odgrywać doniosłą rolę w perspektywie czasowej obecnego dziesięciolecia.

POROUS MATERIALS AS FUTURE APPLICATION IN CONSTRUCTIONS

Issues connected with porous materials are not something new in many world centers but for wider applications one must definitely wait. In our country there are conducted initial researches, in order of which, their further development can be applied to. In the article was presented general idea of porous materials with a detailed list of some disciplines in which they can be used and can achieve certain advantages. Expectations show that development of technology connected with this issue is guided to lower the weight of moving construction which will increase their exploitation characteristics. It is a challenge but in the same time-priority which can play an important role in the nearest future.

OGÓLNA PROBLEMATYKA MATERIAŁÓW POROWATYCH

Współcześnie z reguły wysoko obciążone konstrukcje tworzy się na bazie pełnych ciężkich materiałów, takich jak: stal, beton, szkło lub aluminium (ze względu na mniejszy ciężar właściwy). Sprawia to, że generalnie konstrukcje te są ciężkie. W przypadku konstrukcji stojących ma to drugorzędne znaczenie, natomiast w odniesieniu do poruszających się urządzeń, maszyn, pojazdów lub obiektów latających ciężar ma znaczenie niezwyklej wagi. Obecnie panuje tendencja do obniżenia ciężaru. Zmniejszenie ciężaru konstrukcji wpływa zarówno na zmniejszenie kosztów budowy, jak i kosztów eksploatacji.

Stosunek ładowności pojazdu do jego całkowitego ciężaru ma niezwykle ważne znaczenie, np. średniej klasy samochód osobowy waży od 1000 do 1300 kg, a jego obciążenie (ładowność - 5 osób + bagaż) wynosi w granicach 400÷450 kg. W przypadku samochodów ciężarowych stosunek jest korzystniejszy: 40-tonowy samochodowy zestaw transportowy ma ładowność ok. 25 ton. Zmniejszenie ciężaru pojazdu polepsza własności trakcyjne i zmniejsza zużycie paliwa. Przeciętny samochód rodzinny z nadwoziem aluminiowym przejedzie dystans o ok. 13% dłuższy przy tej samej ilości paliwa w stosunku do samochodu z nadwoziem stalowym.

W przypadku obiektów latających wpływ ciężaru na własności eksploatacyjne ma jeszcze większe znaczenie.

Konstruktorzy, szczególnie w nowych opracowaniach konstrukcyjnych, biorą pod uwagę wszelkie możliwości zmniejszenia ciężaru. Można już dziś zaobserwować właśnie te zmagania i trendy. W samochodzie Mercedes klasy S dzięki wielu częściom z aluminium i magnezu udało się zaprojektować bardzo lekki silnik V8 o pojemności 5 litrów, którego masa wynosi 183 kg. W nadwoziu CL-Coupe w efekcie zastosowania różnorodnych materiałów z aluminium i magnezu nastąpiło odchudzenie nowego Coupe aż o 340 kg w porównaniu z poprzednim modelem.

Warto dodać, że większość wahaczy i ram pomocniczych zawieszonych jest wykonywana ze stopów aluminium. Obniżenie ciężaru w tym przypadku nie wpływa na zmniejszenie bezpieczeństwa biernego, czego dowodem jest wspomniany Mercedes klasy S, którego struktura nadwozia mimo zmniejszenia ciężaru zapewnia najwyższe obecnie bezpieczeństwo bierne, sprawdzone w standardowych próbach zderzeniowych przy zwiększonych prędkościach. Przykładowo, zderzenie czołowe przodu z 40% barierą odkształcalną przeprowadzono przy prędkości 65 km/h zamiast wymaganych 56 km/h.

¹ mgr inż.

Ta drobna różnica oznacza 34% energii więcej do pochłonięcia.

W najnowszym, a zarazem najmniejszym Volkswagenu Lupo 3L TDI, dzięki zastosowaniu rewelacyjnego silnika wysokoprężnego o pojemności 1,2 l oraz zastosowaniu wielu nowości w nadwoziu, m.in. drzwi, pokrywy silnika, błotników oraz elementów nadwozia wykonanego z blach aluminiowych, obniżono ciężar i uzyskano średnie zużycie paliwa 2,99 l/100 km przy masie własnej pojazdu 830 kg. Jest to jeden z pierwszych pojazdów tzw. 3-litrowych.

Jak widać, konstruktorzy zdają sobie sprawę, że zmniejszenie ciężaru pojazdu, powodujące obniżenie kosztów jego eksploatacji, nie może zmniejszać bezpieczeństwa pasażerów. Jeszcze większą rolę spełnia ciężar konstrukcji w przypadku obiektów latających. Każde zmniejszenie ciężaru może zwiększyć ładowność lub zasięg obiektu, a zmniejszyć koszty eksploatacji. Na przykład w grudniu 1994 roku ogłoszono zgodę na przygotowanie produkcji pionowzłotów V-22 OSPREY. Wymagania m.in. dotyczyły masy - miała być mniejsza o 1000 kg od masy dotychczas produkowanych.

Warto postawić pytanie: Jakie materiały mogą temu sprostać i jakie mogą mieć zasadnicze znaczenie w przyszłości? Otóż odpowiedzią może być zastosowanie spienionego aluminium. Przy jego opracowaniu wzięto pod uwagę strukturę kości, która ma budowę komórkową, jest lekka, wytrzymała, a jednocześnie posiada właściwości pochłaniania energii. Podobną strukturę mają naturalnie materiały, np.: drewno, kora, balsa, łądygi i inne (rys. 1). Biorąc pod uwagę właściwości tych struktur, opracowano nowe metody wytworzenia struktur komórkowych w takich metalach (materiałach), jak: nikiel, miedź (rys. 2), stopy aluminium (rys. 3).

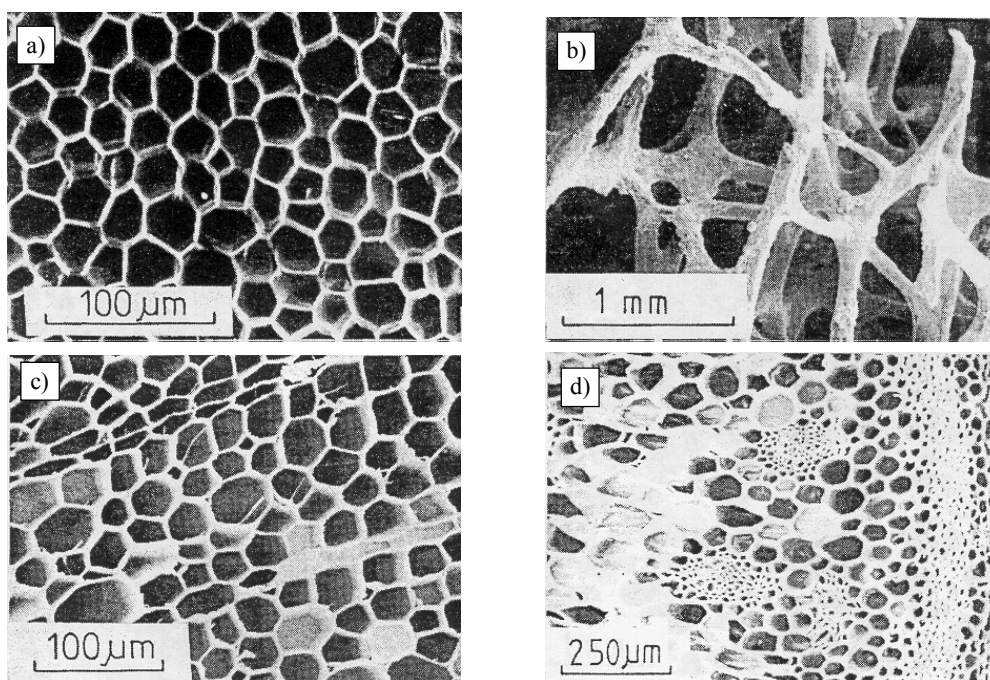
Obecnie najbardziej zaawansowane na świecie są prace w spienianiu stopów aluminiowych oraz praktycznym ich zastosowaniu w konstrukcjach (rys. rys. 4 i 5).

Materiał w postaci spienionego aluminium ma następujące cechy:

- dużą sztywność przy ograniczonym ciężarze,
- zdolność pochłaniania dużych energii zgniotu,
- dobre właściwości izolacji cieplnej,
- dobre własności tłumienia wstrząsów i dźwięków.

Mały ciężar właściwy aluminium spienionego ($0,4 \div 1,1 \text{ g/cm}^3$ w zależności od stopnia spienienia) oraz doskonale właściwości pochłaniania energii w przypadku zderzenia z przeszkodą wskazują na jego zastosowanie w strefach zgniotu np. w samochodach, elektrowozach. Dzięki zastosowaniu aluminium spienianego na większą skalę można będzie odchudzić samochód o kilkaset kilogramów i to bez szkody dla bezpieczeństwa pasażerów. Spienione aluminium można będzie zastosować np. na płytę podłogową, przednią ścianę komory silnikowej oraz wszystkie inne elementy, które powinny odznaczać się wymaganą sztywnością. Ze względu na swoje właściwości i cechy materiały porowate mogą mieć zastosowanie jako osłony termiczne i dźwiękochłonne.

Jedna z firm w Japonii, w celu zmniejszenia głośności i hałasu, zastosowała spienione aluminium do wyłożenia tunelu, którym przejeżdżały pociągi z dużą szybkością. Okazało się, że po zastosowaniu tego nowego materiału poziom hałasu obniżył się przy prędkości 240 km/h ze 110 do 70 dB. Właściwości materiałów o strukturze komórkowej ukierunkowują ich zastosowanie do budowy samolotów, helikopterów, samochodów. Materiały te występują jako superlekkie panele porowate i są stosowane w programach kosmicznych jako elemen-

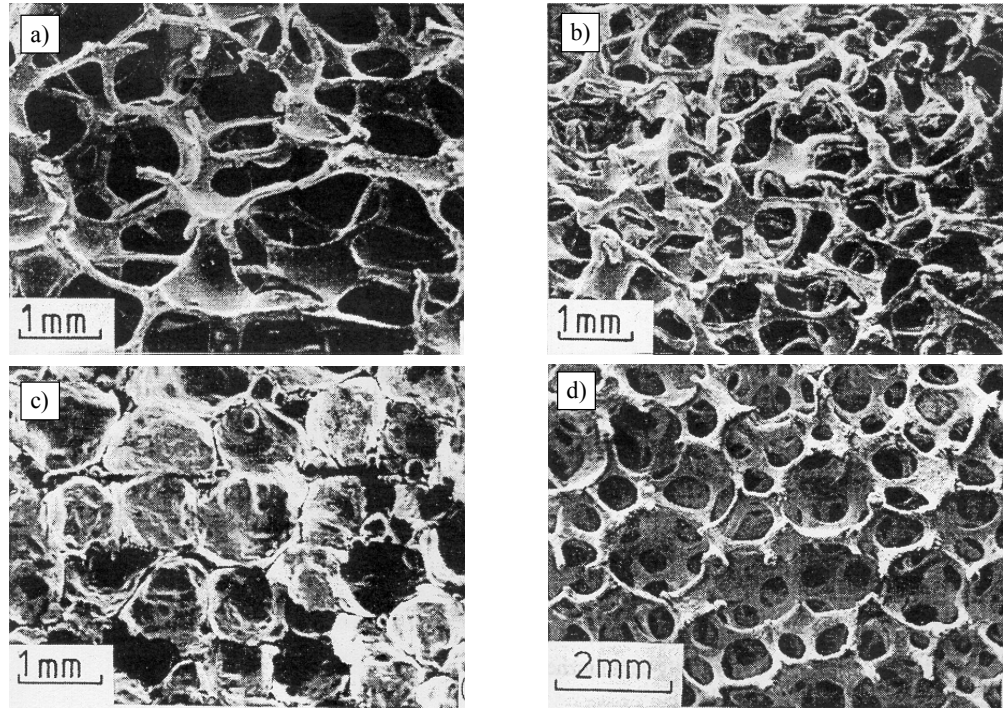


Rys. 1. Naturalne materiały komórkowe: a) kora dębu, b) kość celularna, c) balsa, d) łądyga rośliny [1]

Fig. 1. Natural cellular materials: a) oak bark, b) cellular bone, c) balsa, d) plant stalk [1]

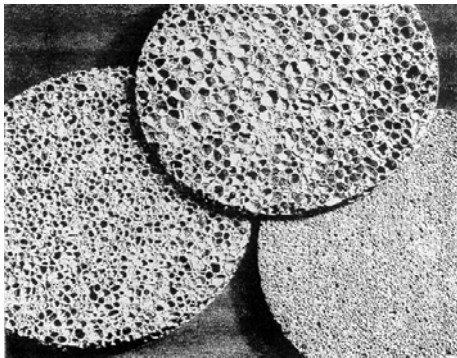
ty raket i silników odrzutowych.

Wszystkie pokazane na rysunku 5 elementy wykona-



Rys. 2. Materiały komórkowe wytworzone w procesie spieniania: a) nikiel, b) miedź, c) szkło, d) tlenek cyrkonu [1]

Fig. 2. Cellular materials formed in the foaming process of: a) nickel, b) copper, c) glass, d) oxide [1]

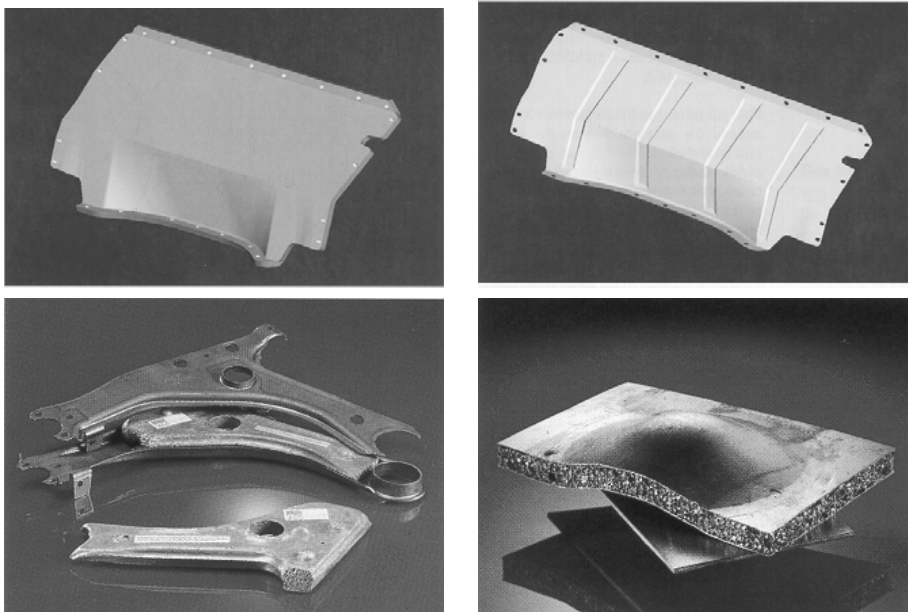


Rys. 3. Krążki piany aluminiowej o różnym stopniu porowatości otrzymane metalurgią proszków [1]

Fig. 3. Foam aluminum discs with different level of foaming obtained out of powder metallurgy [1]

ne z aluminium spienianego mają obniżoną masę w porównaniu z wykonaniem ich z materiału pełnego. Ciężar właściwy, w zależności od stopnia spieniania w przypadku stopów aluminium, zawiera się w granicach od 0,4 do 1,1 g/cm³.

Temat zastosowań materiałów porowatych jest na tyle ważny, że znajduje swoje odzwierciedlenie w prognozach rozwojowych, związanych z wprowadzeniem nowych technologii w obecnej dekadzie XXI wieku.



Rys. 4. Zastosowania aluminium spienianego (komórkowego): a) przegroda z blachy stalowej [8], b) przegroda wykonana ze stopu aluminium porowatego [8], c) wahacz samochodu z wypełnieniem komórkowym [1], d) płyta porowata wykonana ze stopu aluminium porowatego [1]

Fig. 4. Applications of foaming aluminum: a) partition made of steel sheet of metal [8], b) partition made of the alloy of porous aluminum [8], c) car swinging arm with cellular filler [1], d) porous slab made of aluminum alloy [1]



Rys. 5. Elementy kształtowe (na wzór odlewów) z zastosowaniem struktury komórkowej [9]

Fig. 5. Form component with porous structure based on aluminum [9]

PRZEGLĄD AKTUALNYCH PROGNOZ W UJĘCIU TECHNOLOGII XXI WIEKU

Fragmentaryczny niniejszy przegląd oparty jest na trzech publikowanych prognozach:

- Japońskiej - J [7]
- Zjednoczonego Królestwa - ZK [7]
- Uniwersytetu George'a Washingtona - USA [7]

Przedstawione niżej prognozy wyznaczają kierunek rozwoju, a tym samym określają, jakie technologie będą odgrywały zasadnicze znaczenie w najbliższym dziesięcioleciu:

- Rozwój kompozytów aluminiowych o niskim koszcie i dużej wytrzymałości [ZK, 1999-2009].
- Zastosowanie bardzo lekkich materiałów, dzięki którym ciężar pojazdów zmniejszy się o 50% [ZK, 2010-2014].
- Zmniejszenie zużycia paliwa i emisji spalin [ZK - cały okres].

- Projektowanie pojazdów umożliwiające ponowne zużycie materiałów, powyżej 50% wg ich wartości [ZK, 2000-2004].
- Opracowanie metod topienia metali wymagających o 50% mniejszego zużycia paliwa [J - 2013].
- Produkcja samochodów w połowie z materiałów kompozytowych nadających się do powtórnej przeróbki [USA - 2008].
- Materiały kompozytowe zastąpią większość tradycyjnie stosowanych materiałów [USA - 2010].

PODSUMOWANIE

- Obserwacja rozwoju w świecie problemu materiałów porowatych prowadzi do stwierdzenia, że jest dopiero pewien etap na drodze szerszego zastosowania spienianego aluminium w wyrobach.
- Można się spodziewać szerszego zastosowania materiałów porowatych w konstrukcjach, w których zmniejszenie ciężaru powoduje polepszenie własności eksploatacyjnych.

LITERATURA

- [1] Sobczak J., Piany metalowe monolityczne, Wyd. Instytut Odlewnictwa, Kraków 1998.
- [2] Karwas W., Klasa S - XXI wiek przed czasem, Auto Technika Motoryzacyjna 1998, 12.
- [3] Lekkie jak piórko, MM 1998, 3/4.
- [4] Materiały VI Międzynarodowej Konferencji Met Foam '99 IFAM-BREMEN w Niemczech nt. Materiały porowate i ich zastosowania, Przegląd Mechaniczny 2000, 8.
- [5] Stachowski A., Materiały porowate i ich przyszłe zastosowanie w konstrukcjach, Przegląd Mechaniczny 2000, 8.
- [6] Stachowski A., Innowacje, Materiały Porowate 2000, 5.
- [7] Kasprzak W., Pelc K., Wyzwania technologiczne - prognozy i strategię, Wyd. Profesjonalnej Szkoły Biznesu, Kraków 1999.

Recenzent
Janusz Braszczyński