

Joachim ZIMNIAK

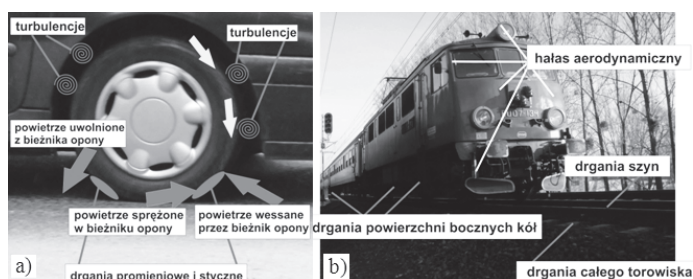
e-mail: zimniak@utp.edu.pl

Instytut Technik Wytwarzania, Wydział Inżynierii Mechanicznej, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz

Konstytuowanie z tworzyw wtórnych materiałów kompozytowych o właściwościach tłumiących hałas

Wstęp

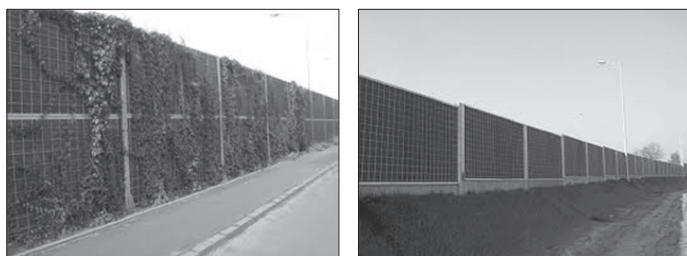
Dynamiczny rozwój przemysłu samochodowego, kolejowego i lotniczego powoduje generowanie do środowiska naturalnego człowieka nadmiernego poziomu hałasu [Czaja, 2009; Śliwa i Zimniak, 2011]. Źródła jego powstawania pokazano na przykładzie transportu drogowego i kolejowego (Rys. 1).



Rys. 1. Źródła powstawania hałasu w transporcie samochodowym (a) i kolejowym (b)

Jak wynika z analizy materiałów źródłowych hałasem jest dotknięta coraz większa liczba ludności. Aby chronić człowieka przed uciążliwym problemem nadmiernego hałasu drogowego wykorzystuje się m.in. pasy zieleni.

Dużo oczekuje się w drogownictwie i kolejnictwie od stosowanych już szeroko ekranów akustycznych (Rys. 2). Do ich produkcji stosuje się różne materiały m.in. metalowe kształtowniki wraz z wypełnieniem w postaci waty mineralnej czy mieszaniny drewno-betonowe. Istotną wadą tych ekranów jest duży koszt ze względu na wysoką cenę jednostkową materiałów, z których wykonywane są elementy składowe ekranu. Ponieważ ekrany wytwarza się w produkcji masowej, poszukuje się innych tańszych materiałów, które można efektywnie zastosować zamiast materiałów tradycyjnych. Zainteresowania jednostek naukowo-badawczych, technicznych, zajmujących się ekranami ukierunkowane są na wykorzystanie materiałów wtórnych (zwłaszcza termoplastycznych i gumowych). Są one coraz częściej stosowane do budowy elementów dźwiękochłonnych, ponieważ po modyfikacji spełniają m.in. wymagania niepalności, czy odporności na uderzenia [Śliwa i Zimniak, 2011].



Rys. 2. Przykłady rozwiązań konstrukcyjnych ekranów akustycznych [Czaja, 2009]

Recykling wybranych rodzajów materiałów wtórnych wydaje się jedną z ważniejszych metod ich ponownego zagospodarowania, a dalej konstytuowania tworzyw polimerowych kompozytowych nowej generacji [Brandrup, 1997; Michael i Zimniak, 2001]. Zastosowanie ich do produkcji elementów tłumiących hałas (nie tylko) ma jeszcze jedną istotną zaletę – proekologiczność przedsięwzięcia.

Tworzywa termoplastyczne i elastomery usieciowane wtórne są dobrym przykładem materiałów, które można z dużym powodzeniem

poddać recyklingowi materiałowemu [Brandrup, 1997]. Konstytuowanie z tworzyw wtórnych materiałów kompozytowych o właściwościach tłumiących hałas wiąże się, z jednej strony doбором odpowiednich tworzyw (termoplastycznych i elastomerów usieciowanych), ich właściwym zmieszaniami [Boss, 1987; Jurkowska i Jurkowski, 1991], a z drugiej strony – z doбором właściwych metod ich przetwarzania [Sikora, 1993].

Analiza konstytuowania kompozytu

W pracy założono, że istnieje pewien korzystny zbiór procesów składowych recyklingu materiałowego, konstytuujących właściwości tworzyw kompozytowych i są szczególne warunki ich realizacji. Dotyczą one:

- rozdrabniania materiałów wejściowych (zwłaszcza elastomerów usieciowanych), tj. uzyskania odpowiednich klas ziarnowych, traktowanych jako fazy rozproszone,
- mieszania składników, czyli właściwego rozprzodzenia fazy rozproszonej w osnowie polimerowej,
- procesów przetwórczych materiałów kompozytowych, określenia właściwych warunków przetwórczych (w zależności od potrzeby są to parametry dla ciśnieniowego prasowania płytowego, wtryskiwania lub wytłaczania),
- weryfikacji uzyskanych wyników (określenia właściwości użytkowych mechanicznych, przetwórczych, a zwłaszcza zdolności tłumienia hałasu).

Jako wiodące podczas konstytuowania materiałów kompozytowych tłumiących hałas uznano procesy jednostkowe, które zestawiono i opisano w tab. 1.

Tab. 1. Procesy jednostkowe podczas konstytuowania materiałów kompozytowych [Kobus, 2011; Zimniak, 2009; Flizikowski, 1998; Boss, 1987]

Nazwa procesu składowego	Miara określająca efektywność procesu składowego	Czynniki konstrukcyjno-technologiczne istotne dla procesu składowego
A Proces rozdrabniania elastomeru usieciowanego, rozdrabnianie tworzyw termoplastycznych wtórnych	OB I moment obrotowy M_o , siła cięcia: F_c , temperatura produktu t_p , klasy ziarnowe ϕ	$M_o, F_c, t_p, \phi =$ $= f(a_1, a_2 \dots a_n)$
B Proces mieszania składników kompozytu	OB II moc N , czas t_m , stopień zmieszania M_m	$N, t_m, M_m =$ $= f(b_1, b_2 \dots b_n)$
C Proces przetwórczy: (wtryskiwanie, prasowanie ciśnieniowe i in.)	OB III temperatura T_p , ciśnienie p_p , czas t_p prasowania, wtryskiwania i in.	$p_p, t_p =$ $= f(c_1, c_2 \dots c_n)$
D Weryfikacja zadań badawczych	OB IV własności wytrzymałościowe np. na rozciąganie R_{mp} , stopień zmieszania M_m , własności akustyczne, np. zdolność tłumienia hałasu ΔL i in.	$R_{mp}, M_m, \Delta L =$ $= f(V_1, \phi_1 \dots V_n, \phi_n)$
N Inne	OB N	$\Psi, \Phi =$ $= f(x_1, x_2 \dots x_n)$

Ógólnym celem pracy z punktu widzenia naukowego oraz użytkowego są poszukiwania czynników technologiczno-konstrukcyjnych, związanych z konstytuowaniem materiałów kompozytowych nowej generacji o żądanych właściwościach tłumiących hałas.

Dalszym nie mniej ważnym celem jest określenie przetwarzalności tych kompozytów w aspekcie ich konkretnych zastosowań do istnieją-

cego rozwiązania konstrukcyjnego elementu (panelu) ekranu akustycznego. Na rys. 3 pokazano panel o wymiarach: $120 \times 600 \times 6000$ mm. Jego kształt zaprojektowano tak, aby tłumienie hałasu było jak największe przy właściwościach mechanicznych, które pozwalają na jego zastosowanie w typowych konstrukcjach jako drogowy ekran akustyczny [Czaja, 2009; Śliwa i Zimniak, 2011].



Rys. 3. Widok ogólny przekroju poprzecznego panelu ekranu akustycznego

Celem szczegółowym pracy jest określenie wpływu klas ziarnowych proszku gumowego i jego udziału (masowego) w osnowie polimerowej na zdolność tłumienia hałasu.

Opis badań

Materiały

Do badań wykorzystano próbki otrzymane z wtórnego polipropylenu (PP) oraz proszku gumowego typ SBR o wymiarach: $210 \times 180 \times 6$ mm wykonane metodą prasowania płytowego za pomocą specjalnej formy prasowniczej [Kobus, 2011; Królikowski i Zimniak, 2004]. Klasy ziarnowe i udziały masowe składników poszczególnych kompozytów zestawiono w tab. 2.

Stanowisko badawcze

Wyznaczenie zdolności tłumienia hałasu dla wszystkich próbek zrealizowano na stanowisku badawczym, wyposażonym w aparaturę pomiarową, szczegółowo opisaną w pracy [Kobus, 2011].

Tab. 2. Zestawienie kompozytów użytych do badań [Kobus, 2011]

Oznaczenie kompozytu	Klasa ziarnowa proszku gumowego SBR, mm	Udział masowy proszku gumowego w kompozycie, %
K ₀	–	–
K ₁	0,8	30
K ₂	0,8	40
K ₃	0,8	50
K ₄	1,2	30
K ₅	1,2	40
K ₆	1,2	50
K ₇	1,6	30
K ₈	1,6	40
K ₉	1,6	50
K ₁₀	2,0	30
K ₁₁	2,0	40
K ₁₂	2,0	50

W pierwszym etapie badań określono widmo akustyczne dla aparatury, tj. bez użycia próbki, oznaczono je jako Leq_w , a następnie mierzone widmo akustyczne dla odpowiednich próbek, które oznaczano jako Leq_z . Zgodnie z zaleceniami literaturowymi [Obraz, 1983; Czaja, 2009] różnicę wielkości $Leq_w - Leq_z$ przyjęto jako zdolność tłumienia hałasu (ΔL). Im mniejsza wartość ΔL tym większa zdolność tłumienia hałasu.

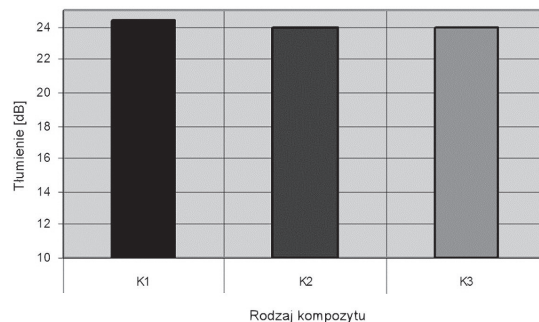
Wyniki badań

Wyniki badań wpływu zawartości (% mas.) proszku gumowego i jego klas ziarnowych w kompozycie na zdolność tłumienia hałasu przedstawiono na rys. 4 i 5.

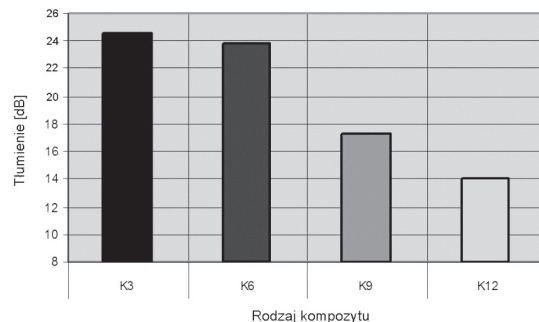
Analiza wyników

Udziały masowe proszku gumowego nie mają istotnego wpływu na zdolność tłumienia hałasu, ponieważ wartości tłumienia ΔL są w przybliżeniu równe i wynoszą około 24 dB.

Interesujące są wyniki w zakresie badań wpływu klas ziarnowych proszku gumowego. Można zaobserwować (Rys. 5), że klasy ziarnowe proszku gumowego w zakresie badanym, tj. od 0,8 do 2,0 mm, mają



Rys. 4. Wpływ masowego udziału proszku gumowego na zdolność tłumienia hałasu ΔL (oznaczenia kompozytów wg tab. 1)



Rys. 5. Zależność zdolności tłumienia hałasu ΔL od klas ziarnowych proszku gumowego

istotny wpływ na zdolność tłumienia. Najkorzystniejsze wyniki uzyskano dla kompozytu K₁₂ (Tab. 1), czyli dla zastosowanej klasy ziarnowej proszku gumowego równej 2,0 mm. Wyniki te należy traktować jako wstępne.

Wnioski

Dalsze prace powinny zmierzać w kierunku porównania otrzymanych rezultatów tłumienia ΔL dla kompozytów uzyskanych z tworzyw wtórnych, z innymi materiałami stosowanymi aktualnie do paneli ekranów akustycznych. Ma to znaczenie zarówno ekonomiczne jak i ekologiczne.

LITERATURA

- Boss J., 1987. *Mieszanie materiałów ziarnistych*. PWN, Warszawa
- Brandrup J., 1997. *Die Wiederverwertung von Kunststoffen*. Carl Hanser Verlag München – Wien
- Czaja P., 2009. *Ekran akustyczny, a hałas komunikacyjny*. P.B. TECHBUD S.J. (02.2013): <http://www.techbud.com.pl/ekran%20akustyczny-halas-akustyka.htm>
- Flizikowski J., 1998. *Rozdrabnianie tworzyw sztucznych*. Wyd. ATR, Bydgoszcz
- Jurkowska B., Jurkowski B., 1991. *Mieszanie kompozycji polimerowych*. Wyd. Pol. Poznańskiej, Poznań
- Kobus B., 2011. *Uwarunkowania technologiczne konstituowania tworzyw polimerowych, kompozytowych o właściwościach tłumiących hałas*. Praca dyplomowa, Wydz. Inż. Mechanicznej UTP, Bydgoszcz
- Królikowski B., Zimniak J., 2004. *Prasowanie płytowe wysokociśnieniowe kompozytów z tworzyw wtórnych*. III Środkowoeuropejska Konferencja: Recykling Materiałów Polimerowych, Nauka-Przemysł, Krynica
- Michael H., Zimniak J., 2001. *Analiza konstituowania właściwości użytkowych polimerowych tworzyw kompozytowych*. Zesz. Nauk. ATR, Bydgoszcz, nr 233, Mechanika 50
- Obraz J., 1983. *Ultradźwięki w technice pomiarowej*. WNT, Warszawa
- Sikora R., 1993. *Przetwórstwo tworzyw wielkocząsteczkowych*. Wydawnictwa Edukacyjne, Warszawa
- Śliwa W., Zimniak J., 2011. *Badania i usługi doradcze w zakresie wybranych właściwości mechanicznych paneli akustycznych*. Praca na rzecz Moeller Sp. z o.o. (Umowa BZ/30/2010/WIM – wykonana na Wydz. Inż. Mech. UTP, Bydgoszcz, praca niepublikowana)
- Zimniak J., 2009. *Constitution of useful property of composite*. *J. Polish CIMAC*. 4, nr 2, 352-330

Praca badawcza finansowana ze środków NCN za lata 2011-2014 (Nr 6170/B/T02/2011/40).