

Jacek MIROWSKI¹, Stanisław ZAJCHOWSKI¹, Jolanta TOMASZEWSKA¹, Joanna RYSZKOWSKA², Włodzimierz URBANIAK³

e-mail: jaca@utp.edu.pl

¹Zakład Technologii Polimerów, Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz

²Wydział Inżynierii Materiałowej, Politechnika Warszawska, Warszawa

³Zakład Chemii Koordynacyjnej, Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz

Wykorzystanie odpadowego PE do wytwarzania kompozytów polimerowo-drzewnych (WPC)

Wstęp

Szerokie zainteresowanie badaniami kompozytów polimerowo-drzewnych (WPC) oraz ich produkcja na masową skalę rozpoczęły się dopiero kilka lat temu. W zależności od strefy klimatycznej najbardziej popularne napełniacze pochodzenia roślinnego stanowią juta, sisal, konopie i len, w Europie zaś drewno [1]. Mączka drzewna w połączeniu z wielkotonazowymi polimerami (poliolefiny, poli(chlorek winylu)) stanowi podstawowy surowiec do otrzymywania wytworów z WPC [2]. Dąży się przy tym do stosowania możliwie tanich surowców. W przypadku napełniaczy mogą one pochodzić z wiatrolomów, odpadów potartacznych oraz odpadów poprodukcyjnych z przemysłu meblarskiego [3]. Poszukuje się również najtańszych tworzyw polimerowych służących jako osnowa. Należą do nich recyklaty poliolefin [4]. Wytwory WPC otrzymane z powyższych materiałów wejściowych muszą jednak spełnić określone wymagania stawiane tego rodzaju kompozytom [5]. W niniejszej pracy dokonano oceny właściwości fizyko-mechanicznych i reologicznych kompozytów polimerowo-drzewnych na osnowie odpadowego polietylenu produkowanego przez firmę *Wibo-Recykling*.

Część doświadczalna. Surowce

Jako osnowy użyto recyklatu polietylenowych odpadów poużytkowych PE-WIBO z firmy *Wibo-Recykling* w Chorzelowie.

Jako napełniacza użyto dwóch rodzajów mączek drzewnych pochodzących z drzew iglastych. Były to *Lignocel* typ C 120 o wielkości cząstek od 70 do 150 μm (C120) i *Lignocel 9* o wielkości cząstek od 0,8 do 1,1 mm (L9) prod. *J. Rettenmaier & Söhne GmbH CoKG* Niemcy.

Metodyka badań

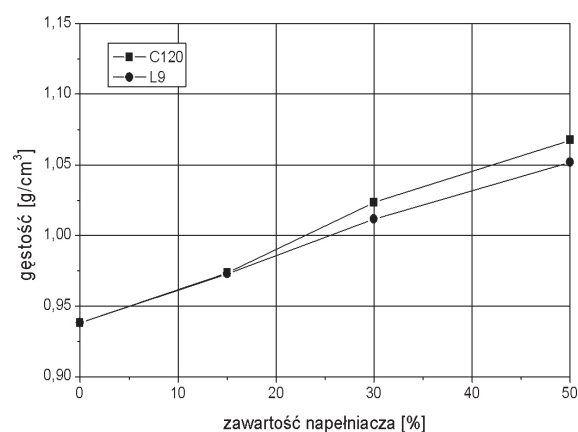
Tworzywo poliolefinowe – recyklat odpadów poużytkowych PE WIBO mieszano razem z napełniaczem drzewnym i następnie dozowano bezpośrednio do leja zasypowego wtryskarki Wh-80Ap produkcji *Metalchem* Poznań. W trakcie wtryskiwania stosowano następującą temperaturę cylindra poczynając od zasobnika tworzywa: 150, 180 i 185°C oraz prędkość obrotową ślimaka 110 obr/min. Czas wtryskiwania wynosił 3 s, czas docisku 7 s, czas chłodzenia 40 s. Do wytwarzania próbek wiórkowych typu 1A o długości 150 mm, grubości 4 mm i szerokości 10 mm zgodnych z normą EN ISO 527-2 zastosowano termostatowaną formę dwugniazdową o temperaturze 18°C. Kształtki posłużyły do badań udarności metodą *Charpy* (PN-81/C-89029), twardości metodą *Shore'a D* (PN-EN ISO 868), temperatury mięknięcia metodą *Vicata* (PN-EN ISO 306 metoda A50, prędkość grzania 50°C, obciążenie 10 N) oraz gęstości. Gęstość oznaczono za pomocą wagi *RADWAG WPS 360/C* z zestawem do oznaczania gęstości ciał stałych, według procedury zgodnej z normą PN-92/C-89035. Oznaczono również właściwości mechaniczne przy statycznym rozciąganiu, zgodnie z normą PN-EN ISO 527-1 przy prędkości rozciągania wynoszącej 10 mm/min.

Część kształtek po rozdrobieniu przeznaczono do badań masowego wskaźnika szybkości płynięcia *MFR* przeprowadzonych w cylindrze plastometru obciążnikowego o temperaturze 190°C stosując dyszę o $L/D = 8/2$ mm. Dla recyklatów PE-WIBO nienapełnionych oraz ich

mieszanin z napełniaczem drzewnym badanie prowadzono przy obciążeniu 210 N zgodnie z normą PN-93 C-89069.

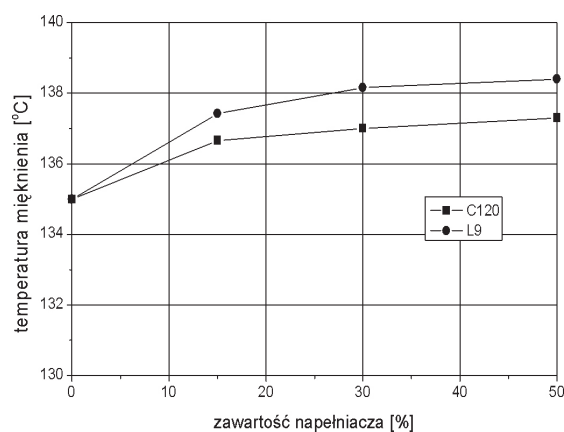
Wyniki badań

Dodatek 15% napełniacza drzewnego do recyklatu PE-WIBO powoduje łagodny wzrost gęstości o ok. 5%, niezależnie od rodzaju napełniacza (Rys. 1). Dalszy wzrost zawartości napełniacza do 30 i 50% skutkuje wzrostem gęstości o ok. 12–15% w porównaniu do recyklatu nienapełnionego. Gęstość kompozytów z mączką C120 jest nieznacznie wyższa w stosunku do gęstości kompozytów z mączką L9.



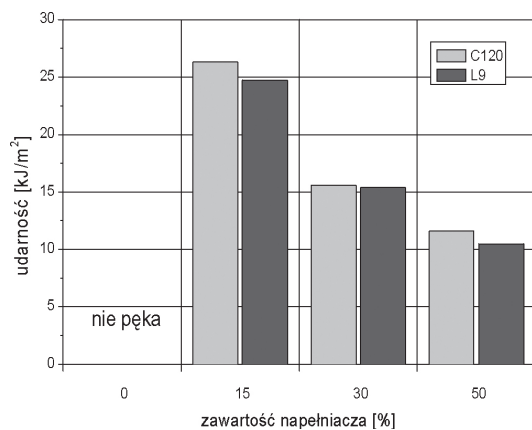
Rys. 1. Zależność gęstości w funkcji zawartości napełniacza

Temperatura mięknięcia wg *Vicata* kompozytów na osnowie recyklatu PE-WIBO z 15% zawartością mączek C120 i L9 jest wyższa o ok. 1,5–2,5°C w porównaniu do temperatury mięknięcia próbek recyklatu bez napełniacza (Rys. 2). Wzrost zawartości mączek obu typów powoduje dalszy, nieznaczny wzrost temperatury mięknięcia o ok. 3,5°C. Ogólnie, zmiana temperatury mięknięcia związana z napełnieniem recyklatu PE-WIBO to jedynie 3–4°C.



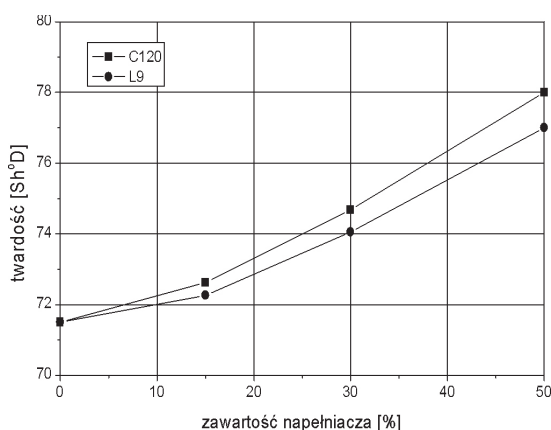
Rys. 2. Zależność temperatury mięknięcia w funkcji zawartości napełniacza

Napełnienie recyklatu PE-WIBO mączką drzewną powoduje zdecydowane obniżenie udarności (Rys. 3). Udarność kompozytów z 15% udziałem napełniacza drzewnego wynosi jednak ok. 25 kJ/m², co pozwala na ich zastosowanie jako tworzyw konstrukcyjnych. Wzrost zawartości napełniacza drzewnego do 30% powoduje, niezależnie od rodzaju, dalsze obniżenie wartości udarności do 15 kJ/m². Dalszy wzrost udziału mączek do 50% wpływa na pogorszenie udarności do wartości nieco ponad 10 kJ/m².



Rys. 3. Zależność udarności w funkcji zawartości napełniacza

Dodatek napełniaczy drzewnych stosowanych w pracy powoduje wzrost twardości kompozytów w porównaniu do próbek wykonanych z recyklatu PE-WIBO (Rys. 4). W przypadku 15% zawartości wzrost ten jest nieznaczny, dodatek 30% napełniacza podwyższa twardość o ok. 2,5°ShD. Dodatek napełniacza drzewnych o zawartości 50% do recyklatu PE-WIBO powoduje wzrost jego twardości o ok. 6–8°ShD.

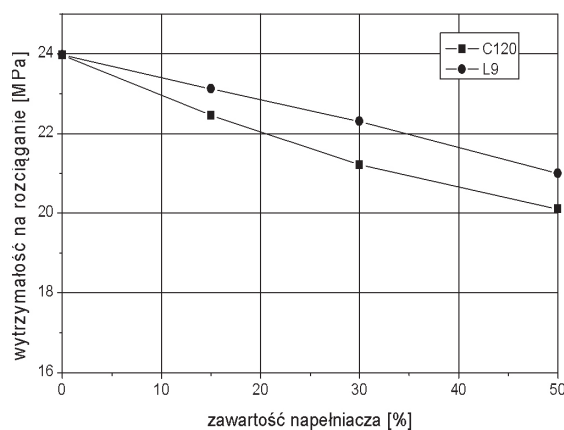


Rys. 4. Zależność twardości w funkcji zawartości napełniacza

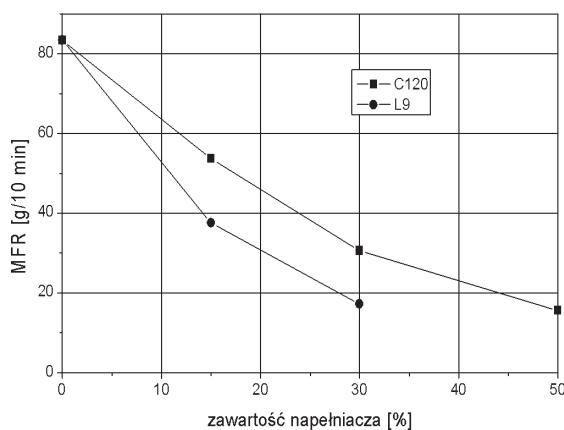
Z zależności wytrzymałości na rozciąganie w funkcji zawartości napełniacza przedstawionej na rys. 5 wynika, że dodatek napełniacza drzewnego powyżej 30% skutkuje nieznacznym pogorszeniem właściwości mechanicznych przy statycznym rozciąganiu. Wytrzymałość na rozciąganie maleje od 24 MPa dla próbek nienapełnionych do ok. 21–22 MPa dla próbek kompozytów zawierających 30% napełniacza. Dodatek 15% napełniacza nie powoduje istotnych zmian wytrzymałości.

Wprowadzenie do recyklatu PE-WIBO nawet 50% napełniacza drzewnego powoduje, że otrzymane kompozyty charakteryzuje zadowalająca wytrzymałość na poziomie ok. 20 MPa.

Na rys. 6 przedstawiono zależność wartości MFR od zawartości mączek drzewnych C120 i L9. W warunkach oznaczania MFR stosowanych w pracy, próbki kompozytów z 50% zawartością mączki drzewnej L9 nie płynęły. 15% zawartość mączki L9 powoduje ponad dwukrotne



Rys. 5. Zależność wytrzymałości na rozciąganie w funkcji zawartości napełniacza



Rys. 6. Zależność MFR w funkcji zawartości napełniacza

obniżenie wartości MFR. Wzrost zawartości napełniaczy drzewnych powoduje dalsze zmniejszenie MFR do ok. 15-18 g/10 min.

W całym zakresie stężenia napełniaczy drzewnych stosowanych w kompozytach z PE-WIBO najlepszymi właściwościami przetwórczymi cechują się kompozyty zawierające mączkę C120.

Wnioski

Recyklat polietylenowych odpadów poużytkowych PE-WIBO z firmy *Wibo-Recykling* w Chorzelowie może być z powodzeniem stosowany jako osnowa do wytwarzania kompozytów polimerowo-drzewnych. Otrzymane próbki wiósełkowe charakteryzują się dobrymi właściwościami mechanicznymi, nawet przy wysokim stopniu napełnienia. Kompozyty PE-WIBO/mączka drzewna dzięki wysokiemu wskaźnikowi szybkości płynięcia posiadają dobre właściwości przetwórcze, co pozwala na ich wytwarzanie przy zastosowaniu klasycznych metod przetwórstwa tworzyw polimerowych.

LITERATURA

- [1] S. Kuciel, A. Liber-Kneć, S. Zajchowski: Czasopismo Techniczne Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, **106**, nr 3, 195 (2009).
- [2] J. Ryszkowska, S. Zajchowski: Chemik **6**, 15 (2009).
- [3] S. Zajchowski, C. Gozdecki, M. Kociszewski, J. Mirowski: Chemik **6**, 135 (2009).
- [4] J. Ryszkowska, S. Zajchowski, J. Mirowski, J. Tomaszewska: Inż. Ap. Chem. **47**, 5, 32 (2008).
- [5] J. Tomaszewska, M. Szulc, S. Zajchowski, J. Mirowski, J. Ryszkowska: Recykling i Odzysk Materiałów Polimerowych, Wydawnictwo Uczelniane Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego, 67 (2009).

Praca była finansowana ze środków na realizację projektu badawczego zamawianego Nr PBZ-MNiSW-5/3/2006.