

Adam Gnatowski¹

Politechnika Częstochowska, Katedra Przetwórstwa Tworzyw Sztucznych i Zarządzania Produkcją, al. Armii Krajowej 19c, 42-200 Częstochowa

WPLYW RODZAJU NAPEŁNIACZA NA WŁAŚCIWOŚCI WYBRANYCH MIESZANIN POLIMEROWYCH

Intensywny rozwój poszukiwań kompozytów mieszanin polimerowych wynika z możliwości uzyskania nowych materiałów o potencjalnie najlepszych właściwościach. Kompozyty mieszanin polimerów stanowią interesującą grupę materiałów, których właściwości nie są prostą pochodną indywidualnych cech składników, ale zależą również od wielu innych czynników, takich jak wzajemna mieszalność tych składników, warunki przetwórstwa, skład kompozytu, reaktywność polimerów. W pracy przedstawiono wyniki badań właściwości wybranych kompozytów mieszanin polimerowych o różnym składzie procentowym. Przeprowadzono badania wpływu różnego typu napelniaczy na właściwości sporządzonych mieszanin. Jako napelniaczy użyto włókna szklanego o symbolu E ze szkła boro-gli-no-krzemowego o zawartości tlenków alkalicznych poniżej 1% oraz bieli tytanowej (TiO₂). Jako tworzywa polimerowe wyjściowe do sporządzenia mieszanin użyto poliamidu 6 oraz polipropylenu. Podstawą uzyskania jednorodności, określonej struktury i właściwości sporządzanego materiału polimerowego jest mieszalność polimerów ze sobą. Zwykle stosuje się środki dodatkowe ułatwiające mieszanie polimerów, które mają działanie reaktywne, wskutek czego następuje modyfikacja chemiczna polimeru wyjściowego ze zmianą budowy chemicznej i struktury makrołańcuchów. W tym celu został wykorzystany poliwinylpirolidon (PVP) o małej masie cząsteczkowej (12±2 tys.). PVP cechuje się wysoką zdolnością kompleksotwórczą, na skutek czego znalazł wykorzystanie w medycynie jako środek o wysokiej zdolności sorpcyjnej i w przemyśle włókienniczym do stabilizowania środków barwiących. Jako kompatybilizatora użyto również Polibondu 3150 - termoplastycznego anhydrydu maleinowego, stosowanego jako czynnik chemiczny sprzęgający do modyfikacji homopolimeru polipropylenu. Jest on stabilizatorem zarówno w procesach przetwórczych, jak i stabilizatorem polepszającym odporność na starzenie i wysoką temperaturę.

Słowa kluczowe: odlewy kompozytowe, struktura, porowatość

THE INFLUENCE OF FILLER TYPE ON THE PROPERTIES OF CHOSEN POLYMER BLENDS

The polymer composites and blends take an important part in the development of the technical polymer use. During the last twenty years it is the polymer blends that have been very popular as a new group of polymer materials with interesting and sometimes very specific properties. The reason for polymer blends manufacturing is the will to eliminate or to diminish the drawbacks that characterize the polymers and also desire to drop the price of the expensive polymers with specific properties by mixing them with the cheaper ones, without significant deterioration in these precious properties. Further purpose is to match some very important properties of two polymers along with the diminishing their individual disadvantages. Moreover, manufacturing of the blends out of the polymers being already known is generally much faster than designing and manufacturing of the new polymers. Implementation of the production of blends on a large industrial scale is also cheaper since it bases only on the processes of mixing and, other than the synthesis of new polymers, it requires much smaller investments. The properties of the polymer composites and blends depend significantly on the type of the components and also on the mixing method including the order of the components adding. That kind of influence manifests especially in the change of the mechanical, thermal and processing properties. The basis condition for reaching the homogeneity, specific structure and the properties of a polymer material is its mutual miscibility of the polymers. Additional agents that make mixing easier are usually applied; they have reactive effect which results in a chemical modification of output polymer along with the change in its chemical structure and the structure of macrochains. In order to achieve this, the polyvinylpyrrolidone (PVP) with low molecular mass (12±2 k) has been used. PVP is characterized by high ability to create complexes which is the reason that it has been applied for the medicine as an agent with high sorption ability and in the textile industry for stabilizing of colouring agents. Polybond 3150 - thermoplastic maleic anhydride has also been used as a compatibilizer used as a chemical agent coupling the modification of the polypropylene homopolymer. It is a stabilizer both for the manufacturing processes and the one that improves the resistance to ageing and to high temperature. Within the work some results of chosen properties of PP and PA and PP/PA blends with different percentage composition with the addition of polyvinylpyrrolidone (PVP) as well as Polybond have been presented. The investigations for the influence of the fillers of different types on the properties of prepared blends have been conducted. As a filler a glass fibre with its symbol E made of the boron-aluminium-silicon E-glass with the alkaline oxides content of less than 1% and titanium white (TiO₂) have been used.

Key words: blend, composite, mechanical properties, usable properties, glass fibre, titanium white

WSTĘP

Powszechnie stosowanym sposobem fizycznej modyfikacji polimerów jest ich napełnianie proszkowymi napełniaczami mineralnymi (np. talk, grafit, disiarczek

molibdenu, siarczan(VI) baru, biel tytanowa) oraz ciętym i długim włóknem szklanym.

Kompozyty polimerowe charakteryzują się mniejszą chłonnością wody, mniejszym współczynnikiem rozsze-

¹ dr inż.

rzalności cieplnej, podwyższoną temperaturą odporności na odkształcenie pod obciążeniem, bardziej stabilnymi rozmiarami uformowanych z nich elementów, większym modułem sprężystości i większą udarnością w stosunku do polimerów użytych do ich wytworzenia [1-3].

Właściwości materiałów polimerowych możemy modyfikować także przez dodawanie innych polimerów, najczęściej PP, PE, POM, żywicy epoksydowej i PET.

Mieszając polimery możemy zmodyfikować określone właściwości, głównie fizyczne, np. gęstość, twardość, udarność, wytrzymałość na rozciąganie itp.

Ideą dla wytwarzania kompozytów mieszanin polimerów jest chęć wyeliminowania lub zmniejszenia wad, jakie cechują polimery, a także dążenie do obniżenia ceny polimerów drogie, o określonych cennych właściwościach, przez zmieszanie ich z polimerami tańszymi, ale bez znaczącego pogorszenia tych cennych właściwości. Dalszym dążeniem jest połączenie określonych ważnych właściwości dwu polimerów ze zmniejszeniem z kolei ich wad indywidualnych. Ponadto wytwarzanie mieszanin z już istniejących polimerów jest generalnie znacznie szybsze niż opracowanie i wytwarzanie nowych polimerów.

Doprowadzenie do produkcji kompozytów mieszanin w dużej skali przemysłowej jest tańsze, gdyż opiera się w wielu przypadkach tylko na procesach mieszania i w odróżnieniu od syntezy nowych polimerów wymaga wówczas znacznie mniejszych nakładów inwestycyjnych [4, 5].

W celu uzyskania kompozytu mieszaniny o strukturze powodującej pozytywne zmiany właściwości wykorzystuje się zjawisko tworzenia się podczas mieszania pewnej ilości pośredniej substancji łączącej ze sobą makrocząsteczki polimerów mieszanych [4-6]. Do substancji takich należy blok - lub szczepione kopolimery (na przykład - poli(butadien-co-styren)) - w polistyrenie wzmocnionym.

Zmianę chemiczną uzyskuje się w licznych metodach mieszania polimerów z wykorzystaniem dodatków ułatwiających tworzenie się mieszanin o większej jednorodności - kompatybilizatorów [5, 6]. Są to zwłaszcza związki wielkocząsteczkowe, zawierające fragmenty jednego ze składników mieszaniny o reakcyjnozdolnych grupach funkcyjnych na końcach makrocząsteczki reagujących z grupami końcowymi drugiego polimeru. W przypadku wykorzystania kompatybilizatorów tworzą się blok-kopolimery o podobieństwie struktury dwóch polimerów wyjściowych. Utworzone w taki sposób kopolimery stanowią substancję łączącą różne fazy ze sobą, wynikiem czego jest zauważalne zmniejszenie napięcia międzyfazowego w mieszaninie [6]. W taki sposób udaje się wytworzyć materiał jednorodny na podstawie polimerów niemieszalnych ze sobą, np. poliamidu i polipropylenu, gdy wykorzystamy kompatybilizator na podstawie zmodyfikowanego polipropylenu z końcowymi grupami maleinobezwodnikowymi - poli-

bondu. W przedstawionej pracy do modyfikacji fizycznej użyto również poliwinylpirolidonu (PWP) - amorficznego polimeru, który jest zdolny do jonizacji i tworzenia kompleksów z przeniesieniem ładunku wielu związków elektrofilowych, a także protonodonorów. Makrocząsteczki PWP zawierają grupy wodorooakceptorowe, dlatego następuje tworzenie wiązań wodorowych przy jego mieszaniu z PA. Na skutek tego przewidywana jest łatwa mieszalność PA z PWP. W przypadku mieszania PWP z polipropylem przewidywane są oddziaływania hydrofobowe pomiędzy łańcuchem węglowodorowym PWP a łańcuchem PP.

MATERIAŁY, APARATURA I METODYKA BADAŃ

Do badań użyto następujących materiałów:

- polipropylenu (PP) o nazwie handlowej Malen P J-400 produkcji Petrochemia Płock S.A. - podstawowe zastosowanie tego tworzywa to produkcja wyrobów wtryskiwanych do zastosowań technicznych i wyrobów powszechnego użytku, np. sprzętu AGD, mebli ogrodowych, strzykawek jednorazowych, detali dla przemysłu motoryzacyjnego itd. Charakteryzuje się niższą wytrzymałością od PA, lecz posiada mniejszą chłonność wody. Jest tworzywem tanim;
- poliamidu 6 (PA6) o nazwie handlowej Tarnamid T-27 produkcji Tarnowskich Zakładów Azotowych, stosowanego do wytwarzania metodą wtryskiwania wyrobów o wysokich wymaganiach wytrzymałościowych, w tym cienkościennych, do wytwarzania żyłek, włókien i granulatów modyfikowanych. Jego wadą jest dość duża absorpcja wody z otoczenia;
- poliwinylpirolidonu (PWP) [6, 7] o małej masie cząsteczkowej (12 ± 2 tys.) - polimeru o strukturze amorficznej posiadającego wysoką zdolność sorpcyjno-dyfuzyjną w stosunku do polimerów o grupach diagonalnych [-NH-]. Charakteryzuje się łatwą rozpuszczalnością w wodzie i alkoholach. Jego temperatura mięknięcia zawiera się w przedziale $90 \div 110^\circ\text{C}$ i zależy od wilgotności powietrza. PWP zmniejsza naprężenia własne kopolimerów i skurcz przy polimeryzacji;
- polibondu 3150 [8] - termoplastycznego anhydrytu maleinowego, użytego jako czynnik chemiczny sprzęgający i kompatybilizujący do modyfikacji homopolimeru polipropylenu. Produkt ten może być stosowany we wszystkich tradycyjnych i nowoczesnych procesach przetwórczych polimerów. Jest on stabilizatorem zarówno w procesach przetwórczych, jak i stabilizatorem polepszającym odporność na starzenie i wysoką temperaturę;
- włókno szklane o symbolu E ze szkła boro-glinokrzemowego o zawartości tlenków alkalicznych poniżej 1%;

- biel tytanową (TiO_2) - dwutlenek tytanu otrzymywany z rud tytanowych przez działanie kwasem siarkowym i termiczny rozkład wydzielonego kwasu tytanowego.

Próbki do badań wykonano metodą wtryskiwania na wtryskarce ślimakowej typu KM 65-160 C1 sterowanej komputerowo z kompozytów mieszanin sporządzonych z wyżej wymienionych materiałów o następującym składzie procentowym:

1. Mieszanina PA/PP/PWP + 1% (TiO_2) (PP90%/ [PA98%/PWP2%] 10%, PP90%/ [PA90%/PWP10%] 10%, PP70%/ [PA98%/PWP2%] 30%, PP70%/ [PA90%/PWP10%] 30%)

Proces mieszania przeprowadzono na wylączarce ślimakowej (ślimak $D = 30$ mm i $L = 27D$, dysza o $D = 4$ mm i $L = 2D$) przy następujących parametrach: temperatura dyszy - 230°C , temperatura I strefy ślimaka - 170°C , temperatura II strefy ślimaka - 210°C , temperatura III strefy ślimaka - 230°C , temperatura IV strefy ślimaka - 230°C , szybkość obrotów ślimaka - 210 obr/min.

Parametry wtryskiwania były następujące: temperatura dyszy - 230°C , temperatura I strefy - 190°C , temperatura II strefy - 210°C , temperatura III strefy - 250°C , ciśnienie wtryskiwania - 60 MPa, czas docisku - 15 s, czas chłodzenia - 20 s, temperatura formy - 40°C .

2. Mieszanina PA/PP + włókno szklane (PA50%/PP50% + włókno szklane 30% + polibond 2%)

Parametry wylączania mieszaniny PA50%/PP50% z 30% zawartością włókna szklanego były następujące: obroty ślimaka 210 min^{-1} , temperatura 270°C .

Parametry wtryskiwania próbek były następujące: temperatura dyszy - 265°C , temperatura I strefy - 265°C , temperatura II strefy - 245°C , temperatura III strefy - 240°C , ciśnienie wtryskiwania - 100 MPa, czas chłodzenia - 20 s.

3. Mieszanina PA/PP + polibond (PA30%/PP70% + polibond 2%, PA50%/PP50% + polibond 2%, PA70%/PP30% + polibond 2%).

Do wymieszania składników wykorzystano dwuślimakową wylączarkę firmy THEYSOHN TSK 75-N.

Parametry wylączania mieszaniny PA/PP + polibond były następujące: obroty ślimaka 210 min^{-1} , temperatura 230°C .

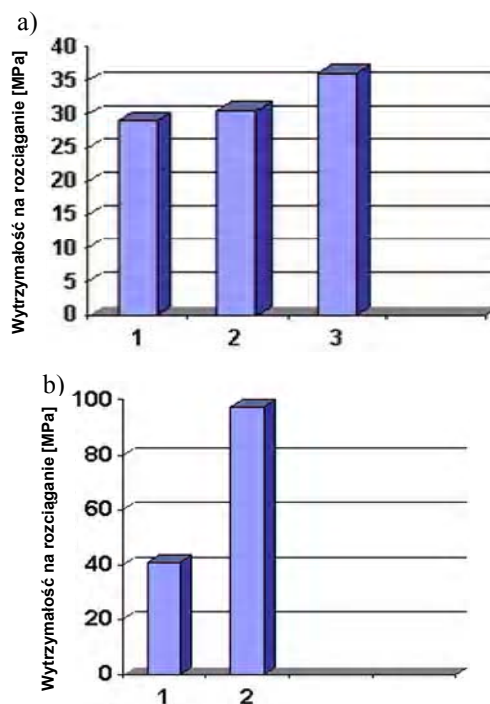
Parametry wtryskiwania próbek były następujące: temperatura dyszy - 230°C , temperatura I strefy - 190°C , temperatura II strefy - 210°C , temperatura III strefy - 230°C , ciśnienie wtryskiwania - 60 MPa, czas chłodzenia - 15 s.

Przeprowadzono badania wybranych właściwości uzyskanych materiałów polimerowych: twardości na twardościomierzu kulkowym, udarności na młocie Charpy'ego, wytrzymałości na rozciąganie na maszynie wytrzymałościowej typu Zwick, wskaźnika szybkości płynięcia na plastometrze obciążnikowym firmy

DYNISCO-KAYENESS oraz temperatury mięknienia wg Vicata na urządzeniu firmy HAAKE N8, zgodnie z obowiązującymi normami.

WYNIKI BADAŃ I ICH OMÓWIENIE

Wyniki badań właściwości mechanicznych przy rozciąganiu dla mieszanin PA/PP o tym samym składzie z wybranymi napelnaczami i kompatybilizatorami przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Wytrzymałość na rozciąganie: a) 1. PP70%/ [PA98%/PWP2%] 30%+ (TiO_2)1%, 2. PP70%/ [PA90%/PWP10%] 30%, + (TiO_2)1%, 3. PP70%/PA30%+polibond2%; b) 1. PA50%/PP50%+polibond2%, 2. PA50%/PP50%+polibond2%+wł. szklane30%

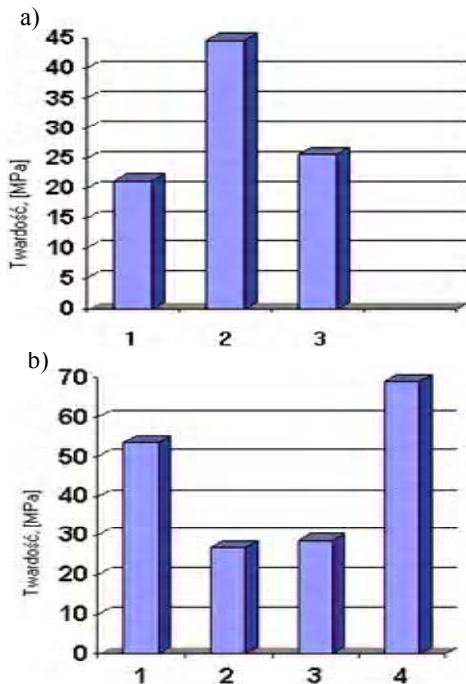
Fig. 1. Tensile strength: a) 1. PP 70%/ [PA98%/PVP2%] 30%+ (TiO_2)1%, 2. PP70%/ [PA90%/PVP10%] 30%, + (TiO_2)1%, 3. PP70%/PA30%+polybond2%; b) 1. PA50%/PP50%+polybond2%, 2. PA50%/PP50%+polybond2%+glass fibre 30%

Wyniki badań twardości dla mieszanin PA/PP o tym samym składzie z wybranymi napelnaczami i kompatybilizatorami przedstawiono na rysunku 2.

Kształtowanie się wartości udarności dla mieszanin PA/PP o tym samym składzie z wybranymi napelnaczami i kompatybilizatorami pokazano na rysunku 3a, natomiast dla mieszanin PA/PP o różnym składzie z zastosowaniem tych samych napelnaczy i kompatybilizatorów przedstawiono na rysunku 3b. Wyniki badań temperatury mięknienia wg Vicata mieszaniny PA/PP o tym samym składzie z wybranymi dodatkami zestawiono na rysunku 4.

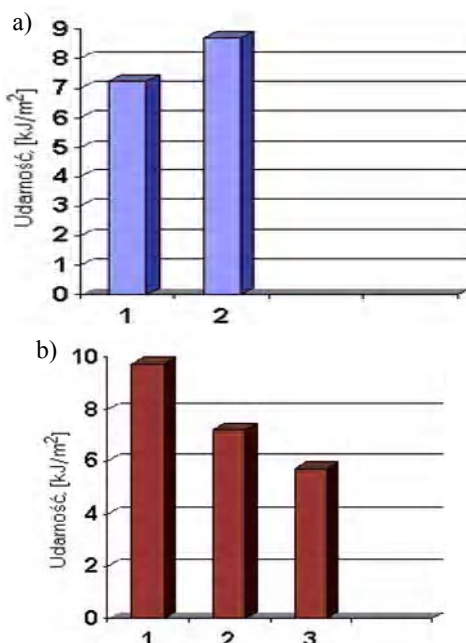
Wyniki badań masowego wskaźnika szybkości płynięcia mieszaniny PA/PP o tym samym składzie z wybranymi napelnaczami i kompatybilizatorami zestawiono na rysunku 5a. Kształtowanie się wartości masowego

wskaźnika szybkości płynięcia mieszaniny PA/PP o różnym składzie z zastosowaniem tych samych napelniaczy i kompatybilizatorów przedstawiono na rysunku 5b.



Rys. 2. Wyniki badań twardości: a) 1. PP 90%/[PA 90%/PWP 10%] 10%, 2. PP90%/[PA98%/PWP2%] 10%+(TiO₂)1%, 3. PP90%/[PA90%/PWP10%] 10%+(TiO₂)1%; b) 1. PP70%/[PA98%/PWP2%] 30%+(TiO₂)1%, 2. PP70%/[PA90%/PWP10%] 30%, +(TiO₂)1%, 3. PP70%/[PA90%/PWP10%] 30%, 4. PP70%/PA30%+polibond2%

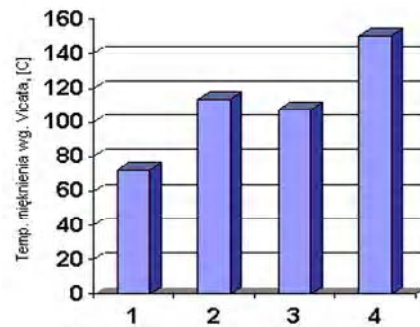
Fig. 2. The results of hardness tests: a) 1. PP90%/[PA90%/PVP10%] 10%, 2. PP90%/[PA98%/PVP2%] 10%+(TiO₂)1%, 3. PP90%/[PA90%/PVP 10%] 10%+(TiO₂)1%; b) 1. PP 70%/[PA 98%/PVP 2%] 30%+(TiO₂)1%, 2. PP70%/[PA90%/PVP10%] 30%, +(TiO₂)1%, 3. PP70%/[PA90%/PVP10%] 30%, 4. PP70%/PA30%+polybond2%



Rys. 3. Wyniki badań udamości: a) 1. PA50%/PP50%+polibond2%, 2. PA50%/PP50%+polibond2%+włókno szklane30%; b) 1. PA30%/PP70%+

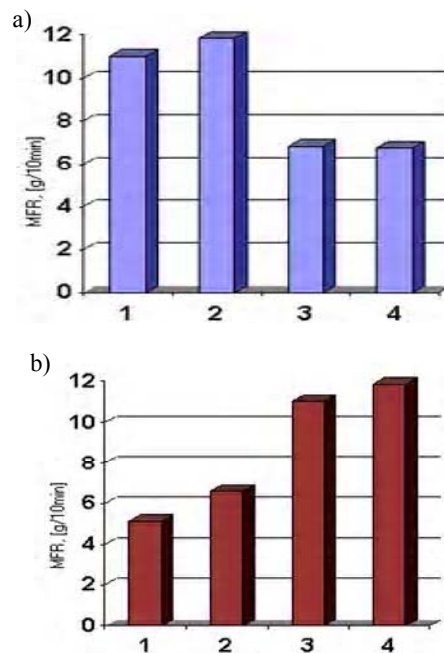
+polibond2%, 2. PA50%/PP50%+polibond2%, 3. PA70%/PP30%+polibond2%

Fig. 3. The results of impact resistance tests: 1. PA50%/PP50%+polybond2%, 2. PA50%/PP50%+polybond2%+glass fibre 30%; b) 1. PA30%/PP70%+polybond2%, 2. PA50%/PP50%+polybond2%, 3. PA70%/PP30%+polybond2%



Rys. 4. Wyniki badań temperatury mięknięcia wg. Vicata: 1. PP70%/ [PA90%/PWP10%]PA30%, 2. PP70%/ [PA98%/PWP2%] PA30%+(TiO₂)1%, 3. PP70%/ [PA90%/PWP10%]PA30%+(TiO₂)1%, 4. PP70%/PA30%+polibond2%

Fig. 4. The results of the softening point tests according to Vicat method 1. PP70%/ [PA90%/PVP10%]PA30%, 2. PP70%/ [PA98%/PVP2%]PA30%+(TiO₂)1%, 3. PP70%/ [PA90%/PVP10%]PA30%+(TiO₂)1%, 4. PP70%/PA30%+polybond2%

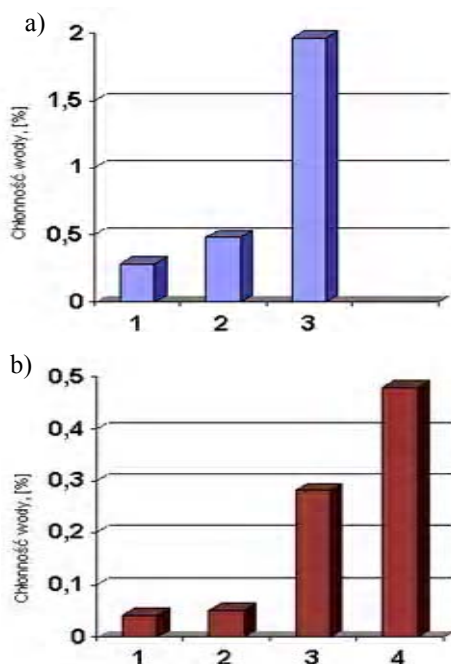


Rys. 5. Wyniki badań MFR: a) 1. PP70%/ [PA98%/PWP2%]PA30%+biel tytanowa, 2. PP70%/ [PA90%/PWP10%]PA30%+biel tytanowa, 3. PP70%/ [PA90%/PWP10%]PA30%+polibond2%, 4. PP70%/PA30%+polibond2%; b) 1. PP90%/ [PA98%/PWP2%]PA10%+(TiO₂)1%, 2. PP90%/ [PA90%/PWP10%]PA10%+(TiO₂)1%, 3. PP70%/ [PA98%/PWP2%]PA30%+(TiO₂)1%, 4. PP70%/ [PA90%/PWP10%]PA30%+(TiO₂)1%

Fig. 5. MFR tests results: a) 1. PP70%/ [PA98%/PVP2%]PA30%+titanium white, 2. PP70%/ [PA90%/PVP10%]PA30%+titanium white, 3. PP70%/ [PA90%/PVP10%]PA30%, 4. PP70%/PA30%+polybond2%; b) 1. PP90%/ [PA98%/PVP2%]PA10%+(TiO₂)1%, 2. PP90%/ [PA90%/PVP10%]PA10%+(TiO₂)1%, 3. PP70%/ [PA98%/PVP2%]PA30%+(TiO₂)1%, 4. PP70%/ [PA90%/PVP10%] PA30%+(TiO₂)1%

Wyniki badań chłonności wody mieszaniny PA/PP o tym samym składzie z różnymi napelniaczami i kom-

patybilizatorami przedstawiono na rysunku 6a, natomiast o różnym składzie z zastosowaniem tych samych napelnaczy i kompatybilizatorów zestawiono na rysunku 6b.



Rys. 6. Wyniki badań chłonności wody: a) 1. PP70%/[PA98%/PWP2%] PA30%+(TiO₂)1%, 2. PP70%/[PA90%/PWP10%] PA30%+(TiO₂)1%, 3. PP70%/PA30%+polibond2%; b) 1. PP90%/[PA98%/PWP2%]PA10%+(TiO₂)1%, 2. PP90%/[PA90%/PWP10%]PA10%+(TiO₂)1%, 3. PP70%/[PA98%/PWP2%] PA30%+(TiO₂)1%, 4. PP70%/[PA98%/PWP2%]PA30%+(TiO₂)1%

Fig. 6. The results of water absorptivity tests: a) 1. PP70%/[PA98%/PWP2%]PA30%+(TiO₂)1%, 2. PP70%/[PA90%/PWP10%] PA30%+(TiO₂)1%, 3. PP70%/PA30%+polybond2%, b) 1. PP90%/[PA98%/PWP2%]PA10%+(TiO₂)1%, 2. PP90%/[PA90%/PWP10%]PA10%+(TiO₂)1%, 3. PP70%/[PA98%/PWP2%] PA30%+(TiO₂)1%, 4. PP70%/[PA98%/PWP2%]PA30%+(TiO₂)1%

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Pomimo możliwości mechanicznego wymieszania składników o znanych właściwościach nie można przewidzieć wszystkich właściwości kompozytu polimerowego. Przeprowadzone badania wskazują na możliwość wytworzenia kompozytów mieszanin polipropylen/poliamid z dodatkiem bieli tytanowej czy włókna szklanego, wysokohydrofilowych polimerów, takich jak użyty do badań poliwinylpirolidon o małej masie cząsteczkowej, oraz polibondu - termoplastycznego anhydrydu maleinowego. Zastosowanie odpowiedniego kompatybilizatora w istotny sposób wpływa na właściwości kompozytów mieszanin z różnego typu napelnaczami.

W przypadku kompozytu mieszaniny PP/PA/PWP z bielą tytanową uzyskano nieznaczny wzrost wytrzymałości na rozciąganie wraz ze wzrostem zawartości PWP w mieszaninie przy tym samym składzie procentowym polipropylenu. Dla kompozytu PA/PP z dodatkiem 2% polibondu następuje wzrost wytrzymałości na roz-

ciąganie. Dodając do mieszaniny PA/PP 30% włókna szklanego, uzyskujemy większą wytrzymałość na rozciąganie.

Dla tego samego składu procentowego mieszanin PA/PP dodatek bieli tytanowej powoduje wzrost wartości twardości. W przypadku kompozytów o mniejszej zawartości PWP można zaobserwować wzrost wartości twardości. Porównując kompozyty o tych samych zawartościach PP z dodatkiem bieli tytanowej, obserwujemy znaczny spadek wartości twardości ze wzrostem PWP. Największą wartość twardości uzyskano dla mieszaniny z dodatkiem polibondu.

Dla mieszanin o tej samej zawartości procentowej PA/PP i polibondu, ale z dodatkiem 30% włókna szklanego uzyskano wzrost udarności. Natomiast w badaniach udarności mieszaniny PA/PP o różnym składzie procentowym z polibondem w ilości 2% obserwuje się wyraźne zmniejszenie wartości przy zwiększaniu zawartości poliamidu w mieszaninie.

Największą wartość wskaźnika płynięcia odnotowano dla kompozytów zawierających w swoim składzie biel tytanową. Na ogół można obserwować wzrost masowego wskaźnika szybkości płynięcia (MFR) w przypadku mieszania PP z PA/PWP przez zwiększenie zawartości PWP w kompozytach mieszanin.

Najniższą wartość masowego wskaźnika szybkości płynięcia uzyskano dla mieszaniny z kompatybilizatorem w postaci polibondu. Najniższą wartość chłonności wody uzyskano dla mieszanin o dużej zawartości PP. Przy zwiększaniu zawartości PA w kompozytach następuje wzrost sorpcji wody. Najwyższą wartość temperatury mięknienia uzyskano dla mieszaniny PA/PP z dodatkiem 2% polibondu. Dla mieszanin PA/PP/PWP w miarę zwiększania zawartości PWP zauważono zmniejszenie wartości temperatury mięknienia. Mieszanina PA/PP/PWP o tym samym składzie procentowym z dodatkiem bieli tytanowej wykazuje wyższą temperaturę mięknienia.

LITERATURA

- [1] Jurkowski B., Jurkowska B., Sporządzanie kompozycji polimerowych, WNT, Warszawa 1995.
- [2] Koszkuł J., Polipropylen i jego kompozyty, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 1997.
- [3] Koszkuł J., Materiały polimerowe, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 1999.
- [4] Manning S.C., Moore R.B., Reactive compatibilization of polypropylene and polyamide - 6,6 with carboxylated and maleated polypropylene, *Polymer Eng. Sci.* 1999, 39, 10, 1921-1926.
- [5] Ohlsson B., Hassander H., Törnell B., Effect of the mixing procedure on the morphology and properties of compatibilized polypropylene/polyamide blends, *Polymer Eng. Sci.* 1998, 39, 20, 4715-4721.

- [6] Koning C., Duin M.V., Paagnouille Ch., Jerome R., Strategies for compatibilization of polymer blends, *Prog. Polym. Sci.* 1998, 23, 707-757.
- [7] Sidielkowskaja F.P., *Chimija N-winiłpirolidona i jego polimerow*, Nauka, Moskwa 1970.
- [8] Catalog UNIROYAL CHEMICA LIMITED 3/93.

Recenzent
Izabella Hyla