

Adam Gnatowski¹, Olech Suberlak², Józef Koszkuł³

Politechnika Częstochowska, Instytut Przetwórstwa Polimerów i Zarządzania Produkcją, al. Armii Krajowej 19c, 42-200 Częstochowa
gnatowski@kpts.pczest.pl

WPLÝW PARAMETRÓW PRZETWÓRSTWA NA WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNE KOMPOZYTÓW POLIPROPYLEN/POLIAMID Z ZASTOSOWANIEM JAKO NAPEŁNIACZA POLIWINYLOPIROLIDONU

Przedstawiono wyniki badań właściwości kompozytów poliamid/polipropyleń z dodatkiem jako napelnicza poliwinylpirolidonu w postaci proszku. Przeprowadzono badania wpływu parametrów przetwórstwa metodą wtryskiwania na właściwości sporządzonych kompozytów. Tworzywa polimerowe wyjściowe do sporządzenia mieszanin stanowiły: poliamid 6 oraz polipropyleń. Badania przeprowadzono na próbkach kompozytów o następującym składzie: 98%[PP70%/PA30%] + +2%PWP, 98%[PP50%/PA50%] + 2%PWP, 98%[PP30%/PA70%] + 2%PWP. Określono wpływ parametrów przetwórstwa na takie właściwości badanych kompozytów, jak: twardość, uduarność, granica plastyczności, naprężenie przy zerwaniu, odkształcenie przy zerwaniu, temperatura mięknięcia wg Vicata.

Słowa kluczowe: kompozyt, właściwości mechaniczne, poliamid, polipropyleń, poliwinylpirolidon, warunki wtryskiwania

THE INFLUENCE OF PROCESSING PARAMETERS ON PHYSICAL PROPERTIES POLYPROPYLENE/POLYAMIDE COMPOSITES WITH USE AS FILLER POLYVINYLPIRROLIDONE

The results of investigations of properties PP/PA composites with addition of polymer about ability of creating of physical bonds from polymer matrix were presented. Polyvinylpyrrolidone (PVP) about small molecular pulp (12 ± 2 ths.) in this aim was put-upon. The functionalactive material was prepared about sharp tuning sorption ability across physical modification poly-capramide mixed from bipolar polyvinylpyrrolidone in batch - free state, which be characterizes high ability complex. The properties of the polymer composites 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 physical 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 has been used. Within the work some results of chosen properties of PP and PA and PP/PA composites with different percentage composition with the addition of polyvinylpyrrolidone (PVP) have been presented. During plasticizing mixing among PA6 and PWP form hydrogen bonds, causing easy mixing from PP. It is possible to foresee, that under the influences large tangent stresses and intermolecular interaction colloidal solution PVP in PA forms about sure homogeneity, after cooling which does not the inversion of winding phases. Large intermolecular influence among PVP and PA6 are unquestionable with regard on their chemical building. The probability of influence of intermolecular influences with this reason results, the leaders to creation of new centres of crystallization near cooling the polymer material. On result intermolecular influences among PA6 and PVP decrease polarity in figure of hydrogen bonds follows both polymers which facilitates miscibility modified in such way of polyamide from water-repellent, non-polar polypropylene. The investigations for the influence of the fillers on the properties of prepared composites and conditions of the moulding injection have been conducted. It the influence of content of components and conditions of the moulding injection was established was, in this and PVP on mechanical properties (Table 1) and physical properties produced composites (Figs 1-3). Received however results show thereon that PP/PA composites with PVP additions create more stable material.

Keywords: composite, mechanical properties, polyamide, polypropylene, polyvinylpyrrolidone, conditions of the moulding injection

WSTĘP

Technologia wytwarzania kompozytów polimerowych jest jedną z najważniejszych dziedzin technologii chemicznej. Kompozyty polimerowe otrzymuje się w wyniku połączenia polimerów z takimi związkami, jak: napelnicze, pigmenty, barwniki, plastyfikatory,

stabilizatory, środki zmniejszające palność itp. Wprowadzone dodatki modyfikują właściwości polimerów i często umożliwiają szerszy zakres zastosowania polimeru [1]. W wyniku modyfikacji polimerów uzyskuje się kompozyty polimerowe charakteryzujące się mniejszą

¹ dr inż., ^{2,3} prof. dr hab. inż.

chłonnością wody, mniejszym współczynnikiem rozszerzalności cieplnej, podwyższoną temperaturą odporności na deformację pod obciążeniem, stabilnymi rozmiarami uformowanych z nich elementów, większym modułem sprężystości, większą udarnością [2-4]. Właściwości polimerów możemy modyfikować także przez dodawanie innych polimerów, najczęściej ABS, SBS, SEBS, PP, PE, POM, PET, żywicy epoksydowej, sporządzając odpowiednie mieszaniny z udziałem właściwych modyfikatorów. W pracy do modyfikacji fizycznej mieszaniny PP/PA6 użyto poliwinylpirolidonu PWP. Makrocząsteczki zawierają grupy wodorooakceptorowe, dlatego występuje prawdopodobieństwo powstawania wiązań wodorowych międzycząsteczkowych podczas jego mieszania z PA, w wyniku czego przewidywana jest łatwa mieszalność PA z PWP. W przypadku mieszania PWP z polipropylenem przewidywane są słabe oddziaływania hydrofobowe pomiędzy łańcuchem węglowodorowym PWP a łańcuchem PP.

Mieszając polimery, możemy zmodyfikować określone właściwości, głównie fizyczne, np.: gęstość, twardość, udarność, wytrzymałość na rozciąganie itp. Wytwarzanie kompozytów mieszanin polimerów ma na celu wyeliminowanie lub zmniejszenie wad, jakie cechują polimery, a także dążenie do obniżenia ceny polimerów drogich, 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 [5, 6].

Wprowadzanie nowych polimerów, jak i ich kompozytów wymusza dokładne i wnikliwe przebadanie właściwości mechanicznych, chemicznych i użytkowych. Istotne jest również określenie parametrów przetwórstwa mających decydujący wpływ na właściwości wyrobów uzyskanych z badanych kompozytów.

MATERIAŁY, APARATURA I METODYKA BADAŃ

Do badań użyto następujących materiałów:

- poliwinylpirolidonu (PWP) [7, 8] o małej masie cząsteczkowej (12 ± 2 tys.) - bezbarwnego, amorficznego, higroskopijnego polimeru o gęstości 1190 kg/m^3 .

PWP 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.

Poliwinylpirolidon tworzy kompleksy z wieloma związkami nieorganicznymi i organicznymi, a w szczególności z barwnikami, witaminami, lekar-

stwami. Miesza się także z licznymi żywicami, polimerami i plastyfikatorami [8].

PWP zmniejsza naprężenia własne kopolimerów i skurcz przy polimeryzacji.

- 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.

Do badań sporządzono następujące kompozyty:

- 98%[PP70%/PA30%] + 2%PWP
- 98%[PP50%/PA50%] + 2%PWP
- 98%[PP30%/PA70%] + 2%PWP

Składniki kompozytu wymieszano ze sobą mechanicznie. Proces suszenia przeprowadzono w suszarce ZELMET z komorą cieplną kc-100/200 w temperaturze 80°C przez 12 h. Proces mieszania przeprowadzono w układzie uplastyczniającym wtryskarki ślimakowej firmy KRAUSS MAFFEI KM 65-1600C1 (ślimak $D = 30 \text{ mm}$ i $L = 27D$, dysza o $d = 4 \text{ mm}$ 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. Granulat kompozytów uzyskano na młynku wirnikowym.

Próbki do badań wykonano na wtryskarce sterowanej komputerowo firmy KRAUSS MAFFEI typu KM 65-1600C1 o danych technicznych:

- siła zamykania 650 kN,
- średnica ślimaka 30 mm,
- $L = 27D$.

Stałe warunki wtryskiwania próbek do badań właściwości fizycznych były następujące:

- ciśnienie wtrysku 650 MPa
- ciśnienie docisku 350 MPa
- czas docisku 5 s
- czas chłodzenia 20 s

Zmienne warunki wtryskiwania próbek były następujące:

- temperatura formy 40°C , 80°C
- temperatura wtrysku 230°C , 245°C

Przeprowadzono badania wpływu parametrów przetwórstwa na wybrane właściwości fizyczne uzyskanych

materiałów polimerowych: twardości za pomocą twardościomierza kulkowego, udużności za pomocą młota Charpy'ego, właściwości mechanicznych podczas rozciągania za pomocą maszyny wytrzymałościowej typu TIRA TEST 2200 oraz temperatury mięknięcia wg Vicata za pomocą urządzenia firmy HAAKE N8. Badania wykonano zgodnie z obowiązującymi normami.

WYNIKI BADAŃ I ICH OMÓWIENIE

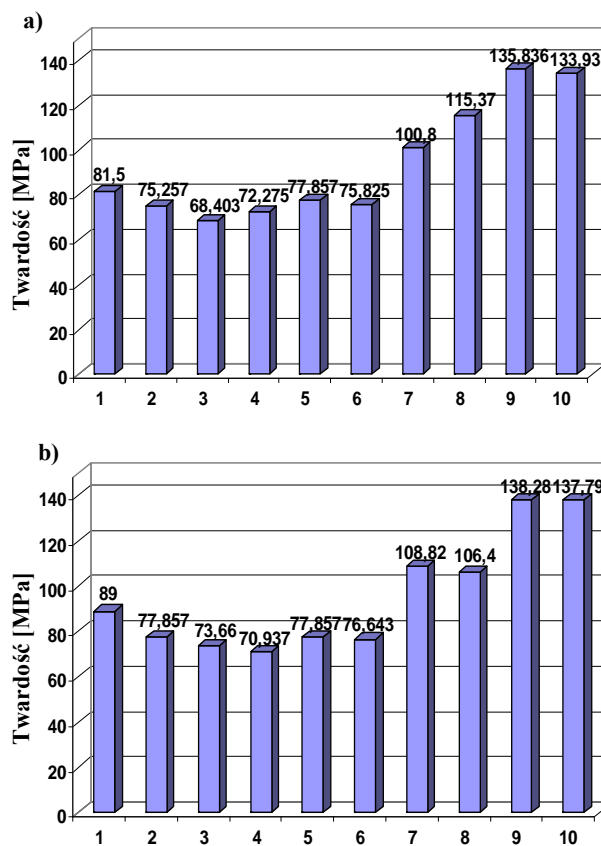
Wyniki badań właściwości mechanicznych podczas rozciągania dla badanych kompozytów przy różnych parametrach przetwórstwa zestawiono w tabeli 1.

TABELA 1. Wyniki badań właściwości mechanicznych PP, kompozytów PP/PA + 2% PWP, PA określonych podczas próby rozciągania
TABLE 1. Results of investigations of mechanical properties PP, PP/PA + 2% PWP composites, PA determine during tension

Badana próbka	Temp. wtrysku, °C	Temp. formy, °C	Granica plastyczności σ_y , MPa	Odształcenie sprężyste ϵ_s , %	Napięcie przy zerwaniu σ_b , MPa	Odształcenie przy zerwaniu ϵ_b , %
PP	230	40	40,30	8,94	24,33	18,41
PP	245	40	41,08	9,05	23,22	19,80
PP	230	80	42,29	8,87	26,57	20,42
PP	245	80	41,72	9,07	23,49	20,86
(PP70% + 30%PA)/PWP	230	40	41,27	5,11	22,68	6,81
(PP70% + 30%PA)/PWP	245	40	39,60	5,06	21,85	7,26
(PP70% + 30%PA)/PWP	230	80	39,61	4,98	21,00	5,90
(PP70% + 30%PA)/PWP	245	80	36,35	4,92	21,42	5,80
(PP50% + 50%PA)/PWP	230	40	48,38	4,94	28,57	5,74
(PP50% + 50%PA)/PWP	245	40	44,58	4,95	28,91	7,09
(PP50% + 50%PA)/PWP	230	80	43,76	3,96	24,87	6,29
(PP50% + 50%PA)/PWP	245	80	47,34	4,99	28,30	7,24
(PP30% + 70%PA)/PWP	230	40	57,56	5,86	42,38	7,36
(PP30% + 70%PA)/PWP	245	40	53,17	5,71	34,67	9,04
(PP30% + 70%PA)/PWP	230	80	57,26	5,65	42,34	7,90
(PP30% + 70%PA)/PWP	245	80	52,58	5,65	37,05	6,99
PA	230	40	78,88	6,82	60,88	11,37
PA	245	40	81,07	6,86	61,54	11,78
PA	230	80	80,53	6,83	60,77	11,67
PA	245	80	80,64	7,12	60,91	17,58

Na podstawie wyników badań właściwości mechanicznych podczas rozciągania możemy stwierdzić, iż właściwości wytrzymałościowe kompozytów ulegają poprawie ze wzrostem zawartości PA. Zmiana temperatury wtrysku i zmiana temperatury formy w pewnym stopniu wpływa na wytrzymałość badanych kompozytów, zależnie od ich składu. Dla badanych kompozytów o różnym składzie uzyskano podobną zależność wpływu tempera-

tury przetwórstwa na wartość granicy plastyczności, naprężenia przy zerwaniu oraz wartości odkształcenia. W większości przypadków wyższe wartości badanych właściwości uzyskano w niższej temperaturze przetwórstwa. Podobnie przedstawia się zależność wartości właściwości mechanicznych podczas rozciągania w przypadku zmiany temperatury formy. Przy niższej temperaturze formy uzyskuje się większe wartości właściwości mechanicznych. W inny sposób kształtuje się zależność wpływu temperatury formy oraz temperatury wtrysku na wartości właściwości mechanicznych podczas rozciągania dla tworzyw wyjściowych użytych do wytworzenia kompozytu.



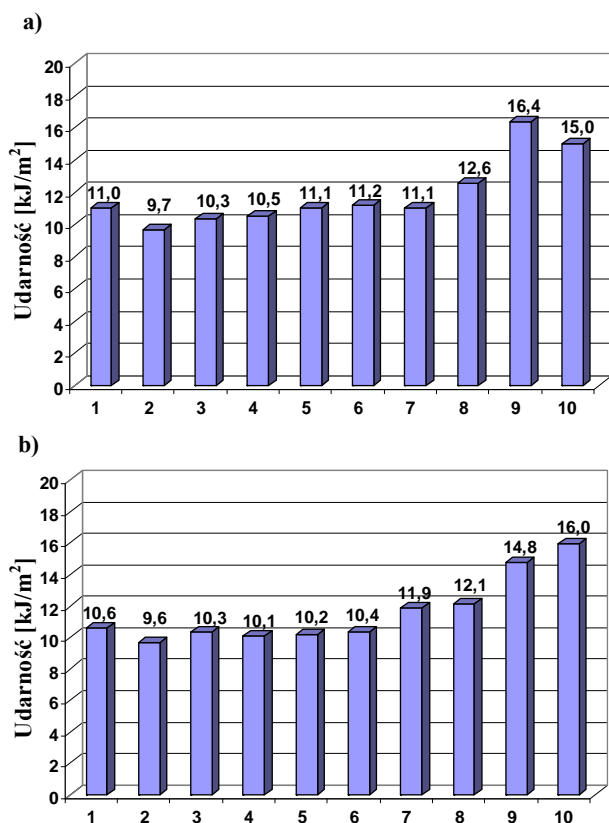
Rys. 1. Wyniki badań twardości: a) temp. formy 40°C, b) temp. formy 80°C: PP - 1 - temp. wtrysku 230°C, PP - 2 - temp. wtrysku 245°C, 98%[PP70% + 30%PA] + 2%PWP - 3 - temp. wtrysku 230°C, 98%[PP70% + 30%PA] + 2%PWP - 4 - temp. wtrysku 245°C, 98%[PP50% + 50%PA] + 2%PWP - temp. wtrysku 230°C, 98%[PP50% + 50%PA] + 2%PWP - 6 - temp. wtrysku 245°C, 98%[PP30% + 70%PA] + 2%PWP - 7 - temp. wtrysku 230°C, 98%[PP30% + 70%PA] + 2%PWP - 8 - temp. wtrysku 245°C, PA - 9 - temp. wtrysku 230°C, PA - 10 - temp. wtrysku 245°C

Fig. 1. The results of hardness tests: a) mould temp. 40°C, b) mould temp. 80°C: PP - 1 - melt temp. 230°C, PP - 2 - melt temp. 245°C, 98%[PP70% + 30%PA] + 2%PWP - 3 - melt temp. 230°C, 98%[PP70% + 30%PA] + 2%PWP - 4 - melt temp. 245°C, 98%[PP50% + 50%PA] + 2%PWP - melt temp. 230°C, 98%[PP50% + 50%PA] + 2%PWP - 6 - melt temp. 245°C, 98%[PP30% + 70%PA] + 2%PWP - 7 - melt temp. 230°C, 98%[PP30% + 70%PA] + 2%PWP - 8 - melt temp. 245°C, PA - 9 - melt temp. 230°C, PA - 10 - melt temp. 245°C

Zauważalny jest wzrost wartości właściwości podczas zwiększania temperatury wtrysku oraz temperatury formy.

Wyniki badań twardości przy różnych parametrach przetwórstwa dla kompozytów PP/PA z dodatkiem PWP przedstawiono na rysunkach 1a i b. Temperatura formy w istotny sposób wpływa na wartość twardości badanych kompozytów. W przypadku wyższej temperatury formy obserwuje się wzrost wartości twardości. Natomiast wzrost temperatury wtrysku nie wpływa w sposób uporządkowany względem składu kompozytu na wartości twardości. Zdecydowany wzrost wartości twardości uzyskano dla kompozytów o zawartości PA70%, przy niższej temperaturze formy oraz wyższej temperaturze wtrysku.

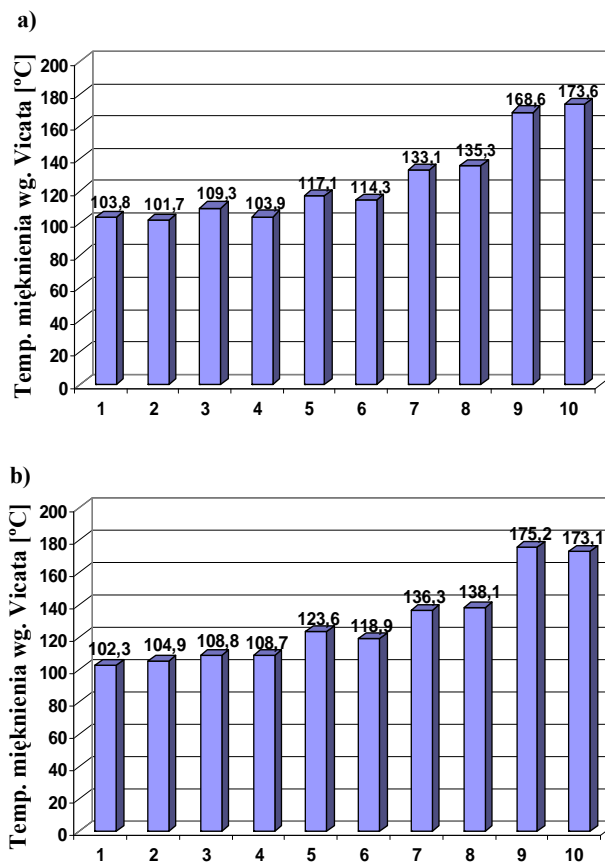
Wyniki badań udarności przy różnych parametrach przetwórstwa dla kompozytów PP/PA z dodatkiem PWP przedstawiono na rysunkach 2a i b.



Rys. 2. Wyniki badań udarności: a) temp. formy 40°C, b) temp. formy 80°C: PP - 1 - temp. wtrysku 230°C, PP - 2 - temp. wtrysku 245°C, 98%[PP70% + 30%PA] + 2%PWP - 3 - temp. wtrysku 230°C, 98%[PP70% + 30%PA] + 2%PWP - 4 - temp. wtrysku 245°C, 98%[PP50% + 50%PA] + 2%PWP - temp. wtrysku 230°C, 98%[PP50% + 50%PA] + 2%PWP - 6 - temp. wtrysku 245°C, 98%[PP30% + 70%PA] + 2%PWP - 7 - temp. wtrysku 230°C, 98%[PP30% + 70%PA] + 2%PWP - 8 - temp. wtrysku 245°C, PA - 9 - temp. wtrysku 230°C, PA - 10 - temp. wtrysku 245°C

Fig. 2. The results of impact resistance tests: a) mould temp. 40°C, b) mould temp. 80°C: PP - 1 - melt temp. 230°C, PP - 2 - melt temp. 245°C, 98%[PP70% + 30%PA] + 2%PWP - 3 - melt temp. 230°C, 98%[PP70% + 30%PA] + 2%PWP - 4 - melt temp. 245°C, 98%[PP50% + 50%PA] + 2%PWP - melt temp. 230°C, 98%[PP50% + 50%PA] + 2%PWP - 6 - melt temp. 230°C, 98%[PP30% + 70%PA] + 2%PWP - 7 - melt temp. 230°C, 98%[PP30% + 70%PA] + 2%PWP - 8 - melt temp. 245°C, PA - 9 - melt temp. 230°C, PA - 10 - melt temp. 245°C

245°C, 98%[PP30% + 70%PA] + 2%PWP - 7 - melt temp. 230°C, 98%[PP30% + 70%PA] + 2%PWP - 8 - melt temp. 245°C, PA - 9 - melt temp. 230°C, PA - 10 - melt temp. 245°C



Rys. 3. Wyniki badań temp. mięknienia wg. Vicata: a) temp. formy 40°C, b) temp. formy 80°C: PP - 1 - temp. wtrysku 230°C, PP - 2 - temp. wtrysku 245°C, 98%[PP70% + 30%PA] + 2%PWP - 3 - temp. wtrysku 230°C, 98%[PP70% + 30%PA] + 2%PWP - 4 - temp. wtrysku 245°C, 98%[PP50% + 50%PA] + 2%PWP - temp. wtrysku 230°C, 98%[PP50% + 50%PA] + 2%PWP - 6 - temp. wtrysku 245°C, 98%[PP30% + 70%PA] + 2%PWP - 7 - temp. wtrysku 230°C, 98%[PP30% + 70%PA] + 2%PWP - 8 - temp. wtrysku 245°C, PA - 9 - temp. wtrysku 230°C, PA - 10 - temp. wtrysku 245°C

Fig. 3. The results of the softening point tests according to Vicat method: a) mould temp. 40°C, b) mould temp. 80°C: PP - 1 - melt temp. 230°C, PP - 2 - melt temp. 245°C, 98%[PP70% + 30%PA] + 2%PWP - 3 - melt temp. 230°C, 98%[PP70% + 30%PA] + 2%PWP - 4 - melt temp. 245°C, 98%[PP50% + 50%PA] + 2%PWP - melt temp. 230°C, 98%[PP50% + 50%PA] + 2%PWP - 6 - melt temp. 245°C, 98%[PP30% + 70%PA] + 2%PWP - 7 - melt temp. 230°C, 98%[PP30% + 70%PA] + 2%PWP - 8 - melt temp. 245°C, PA - 9 - melt temp. 230°C, PA - 10 - melt temp. 245°C

W przypadku polimerów wyjściowych dla PA największą udarność uzyskano w następujących warunkach procesu: temperatura wtrysku 230°C, temperatura formy 40°C, czas chłodzenia 20 s. Zauważa się największy wzrost wartości udarności próbek przy tych samych parametrach przetwórstwa dla PP. Analizując wyniki badań dla kompozytów: 98%[PP70%/PA30%] + 2%PWP, a następnie dla 98%[PP50%/PA50%] +

+ 2%PWP oraz 98%[PP30%/PA70%] + 2%PWP, zauważono, że wartość udarności jest uzależniona od zawartości poliamidu. Czym więcej jest poliamidu w kompozycie, tym większa jest wartość udarności, co zostało przedstawione na rysunku 2. Zauważyć można, że dla tych kompozytów uzyskano najwyższe wartości udarności przy parametrach przetwórstwa: temperatura wtrysku 245°C, temperatura formy 40°C, czas chłodzenia 20 s. Może to sugerować, że parametry te są najbardziej korzystne pod względem uzyskania wysokiej udarności przy odpowiednim składzie kompozytu.

Wyniki badań temperatury mięknięcia wg Vicata przy różnych parametrach przetwórstwa dla kompozytów PP/PA z dodatkiem PWP przedstawiono na rysunkach 3a i b. Analizując wykresy na tych rysunkach zauważamy, że najwyższą wartość temperatury mięknięcia w większości przypadków wykazują kompozyty uzyskane w temperaturze wtrysku 230°C oraz temperaturze formy 80°C.

WNIOSKI

W przedstawionej pracy do modyfikacji mieszaniny PP/PA o różnym składzie procentowym użyto poliwinylolopirolidonu (PWP) - amorficznego polimeru, który zdolny jest do jonizacji i tworzenia kompleksów z przeniesieniem ładunku wielu związków elektrofilowych, a także protonodonorów. PWP nie przechodzi w stan stopiony, jednak łatwo rozpuszcza się w rozpuszczalnikach organicznych i nieorganicznych, a najlepiej w wodzie. Jego cechą jest duża zdolność sorpcyjna, na skutek przemian jonizacyjnych zachowuje on zmiany konformacyjne. Przeprowadzone badania wskazują na możliwość wytworzenia kompozytów mieszanin poli-propylen/poliamid z dodatkiem poliwinylolopirolidonu jako napelniacza.

Uzyskane kompozyty charakteryzują się zdecydowanie różnymi właściwościami fizycznymi zarówno w związku ze zmianą składu, jak również temperatury wtrysku oraz temperatury formy. Dla badanych kompozytów o różnym składzie uzyskano w większości przypadków wyższe wartości właściwości wytrzymałościowych przy niższej temperaturze przetwórstwa i niższej temperaturze formy. Wzrost wartości twardości kompo-

zytów uzyskuje się przy wyższej temperaturze formy. Wyższa temperatura wtrysku nie wpływa w sposób uporządkowany względem składu kompozytu na wartości twardości. Najwyższe wartości uzyskano dla kompozytów o większej zawartości PA wytworzonych przy wyższej temperaturze wtrysku i niższej temperaturze formy. Dla kompozytów o większej zawartości PA wytworzonych przy wyższej temperaturze wtrysku i niższej temperaturze formy uzyskano najwyższe wartości udarności. Wartości temperatury mięknięcia badanych kompozytów względem ich składu kształtują się w sposób podobny przy różnej temperaturze formy, jednak przy wyższej temperaturze w większości przypadków uzyskano wyższe wartości. Najwyższą wartość temperatury mięknięcia w większości przypadków wykazują kompozyty uzyskane przy niższej temperaturze wtrysku i wyższej temperaturze formy.

LITERATURA

- [1] Pielichowski J., Puszyński A., *Technologia tworzyw sztucznych*, WNT, Warszawa 1994.
- [2] Jurkowski B., Jurkowska B., *Sporządzanie kompozycji polimerowych*, WNT, Warszawa 1995.
- [3] Tugow I.I., Kostrykina G.A., *Chimija i fizika polimierow*, Chimija - Moskwa 1989.
- [4] Koszkul J., *Materiały polimerowe*, Wyd. Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 1999.
- [5] Manning S.C., Moore R.B., *Reactive Compatibilization of Polypropylene and Polyamide - 6,6 with Carboxylated and Maleated Polypropylene*, *Polymer Engineering and Science* 1999, 39, 10, 1921-1926.
- [6] Ohlsson B., Hassander H., Törnell B., *Effect of the Mixing Procedure on the Morphology and Properties of Compatibilized Polypropylene/Polyamide Blends*, *Polymer Engineering and Science* 1998, 39, 20, 4715-4721.
- [7] Koning C., Duin M. V., Paagnouille Ch., Jerome R., *Strategies for compatibilization of polymer blends*, *Prog. Polym. Sci.* 1998, 23, 707-757.
- [8] Sidielkowskaja F.P., *Chimija N-winiłpirolidona i jego polimierow*, Nauka, Moskwa 1970.

Recenzent
Danuta Żuchowska