

MECHANIKA

CZASOPISMO TECHNICZNE
TECHNICAL TRANSACTIONS
MECHANICS

WYDAWNICTWO

POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ

1-M/2009

ZESZYT 3

ROK 106

ISSUE 3

YEAR 106

DOROTA CZARNECKA-KOMOROWSKA*, TOMASZ RYDZKOWSKI**

WPŁYW KROTNOŚCI PRZETWARZANIA NA PĘKANIE I STRUKTURĘ ABS I MIESZANINY PC/ABS

INFLUENCE OF REPROCESSING ON FRACTURE AND STRUCTURE OF ABS AND PC/ABS BLENDS

Streszczenie

W artykule przedstawiono badania wpływu krotności przetwarzania na pękanie i strukturę ABS i mieszaniny PC/ABS. Analizowano procesy degradacji polimerów na drodze 6-krotnego wtyskiwania. W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że recykling istotnie wpłynął na obniżenie właściwości mechanicznych (udarność, naprężenie zrywające) i wzrost MFR, co wskazuje na częściową degradację polimeru, głównie fazy butadienowej.

Słowa kluczowe: recykling, pękanie, ABS, właściwości mechaniczne, degradacja

Abstract

The work presents the study of the effect of the reprocessing on the fracture and structure of acrylonitrile–butadiene–styrene (ABS) and PC/ABS blends. We analyzed polymers degradation by six injections successive recycling, using mechanical and structural tools at each step. It was found significant reduction the mechanical properties (impact strength and strength at break) and increase of mass flow rate on account of degradation of rubber phase and changes in the fracture surfaces.

Keywords: recycling, fracture, acrylonitrile–butadiene–styrene, mechanical properties, degradation

* Dr inż. Dorota Czarnecka-Komorowska, Zakład Tworzyw Sztucznych, Instytut Technologii Materiałów, Politechnika Poznańska.

** Dr inż. Tomasz Rydzkowski, Katedra Procesów i Urządzeń Przemysłu Spożywczego, Politechnika Koszalińska.

1. Wstęp

Rozwój światowej cywilizacji i gospodarki w ostatnich latach spowodował znaczne pogorszenie środowiska naturalnego, poprzez zwiększenie emisji gazów cieplarnianych do atmosfery, emisji ścieków oraz wzrost odpadów technologicznych i pokonsumpcyjnych [1]. Europejskie ustawodawstwo prawne wymaga od wszystkich członków Unii Europejskiej restrykcyjnego przestrzegania zasad, których celem jest rozwój nowoczesnych technologii bezodpadowych, zmniejszenie emisji gazów, ograniczenie zużywania surowców naturalnych i minimalizacja odpadów gromadzonych na wysypiskach śmieci [2].

W Polsce według danych statystycznych aż 91% odpadów komunalnych gromadzonych jest w takiej formie, gdzie dla przykładu w Austrii tylko 38% [3]. Realizacja wspólnej strategii europejskiej zgodnie z ideą zrównoważonego rozwoju w dziedzinie tworzyw sztucznych dokonywana jest poprzez kreowanie działań prorecyklingowych, m. min. optymalizację procesów produkcyjnych, zarządzanie cyklem życia produktów, projektowaniem wyrobów zorientowanych na recykling oraz działań w zakresie zagospodarowania odpadów z tworzyw sztucznych, z uwzględnieniem najbardziej wydajnych ekonomicznie i ekologicznie sposobów odzysku i recyklingu.

Prezentowane w pracy badania mają na celu wskazanie optymalnego wykorzystania regranulatów ABS i ABS/PC do produkcji wyrobów o pełnowartościowych cechach. Praca stanowi kontynuację badań prowadzonych z Zakładzie Tworzyw Sztucznych Politechniki Poznańskiej dla różnych recyklatów polimerowych głównie poliwęglanu i poli(tereftalan etylenu) – PET, których celem było uzyskanie materiałów polimerowych o poprawnych i powtarzalnych właściwościach [2]. Wiadomo, że z recyklingiem polimerów związane są pewne zjawiska strukturalne, które mogą ułatwiać lub utrudniać procesy wielokrotnego przetwórstwa. Zjawiska te, wywołane oddziaływaniem naprężeń mechanicznych, czynników atmosferycznych, temperatury powodują, że charakterystyki materiałowe recyklatów są z reguły odmienne niżeli tworzyw pierwotnych [4].

Celem prezentowanych badań jest określenie wpływu krotności przetwarzania na strukturę i pękanie akrylonitrylu – butadienu – styrenu (ABS) i mieszaniny (PC/ABS), pochodzących ze zużytego sprzętu elektronicznego.

2. Metodyka badań

2.1. Przedmiot badań i przygotowanie próbek

Przedmiotem badań był termopolimer ABS o nazwie handlowej *Lustran ABS/Novodur P2H-AT*, produkcji firmy Bayer Plastics ($\rho = 1,05 \text{ g/cm}^3$, $\text{MFI}_{(220^\circ\text{C}; 10 \text{ kg})} = 37$). Granulat do przetwórstwa suszono zgodnie z normami producenta w temp. 80°C w czasie 4 h w suszarce typu *Binder*. Próbkę do badań mechanicznych wykonano w Zakładzie Tworzyw Sztucznych Politechniki Poznańskiej na wtryskarce ENGEL ES 80/20 HLS (ślimak o średnicy 22 i stosunek $L/D=18$), przyjmując temperaturę wtrysku (230°C , 240°C , 230°C , 210°C), prędkość wtrysku 110 mm/min, ciśnienie wtrysku 900 bar i docisku 600 bar, czas docisku 2 s, prędkość dozowania 135 obr/min, temp. formy 20°C . Parametry wtryskiwania dla wszystkich serii badawczych były jednakowe.

Materiał poddano recyklingowi mechanicznemu w 6-krotnym cyklu przetwarzania (wtryskiwanie-mielenie-wtryskiwanie). Proces mielenia tworzyw przeprowadzono w młynie nożowym typu *TC Suction Group*, produkcji włoskiej. Badaniom poddano kształtki wtryskowe ABS i PC/ABS wykonane z polimerów pierwotnych, po 4-krotnym i po 6-krotnym recyklingu.

2.2. Badanie cech wytrzymałościowych i strukturalnych

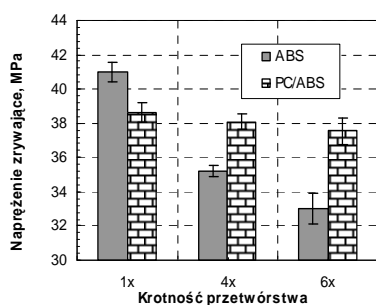
Badanie właściwości mechanicznych określono w próbie styczego rozciągania, udarności wg Charpy i twardości metodą wciskania kulki. Próby rozciągania ($v = 5 \text{ mm/min}$, $T = 23^\circ\text{C}$) wykonano zgodnie z *PN-EN ISO 527-2* przy użyciu maszyny wytrzymałościowej typu *Instron 4481*, współpracującej z programem komputerowym *Serie IX* rejestrującym wyniki pomiarów. Pomiarów udarności zgodnie z normą *PN-EN ISO 179* dokonano na młocie wahadłowym *Intron Wolpert*, a twardości zgodnie z *PN-EN ISO 2039* na twardościomierzu *HPK 0206*.

Statystyczną analizę wyników przeprowadzono dla 5 próbek w danej serii. Morfologię przelomów próbek określono przy pomocy skaningowego mikroskopu elektronowego (SEM) typu *Vega TS 5135*.

Dla pełniejszego zrozumienia zmian strukturalnych w materiale podczas wtórnego przetworstwa określono wskaźnik szybkości płynięcia (MFR) zgodnie z *PN-EN ISO 1133* (220°C , 10 kg) przy użyciu plastometru obciążnikowego typu *DYNISCO 4004*.

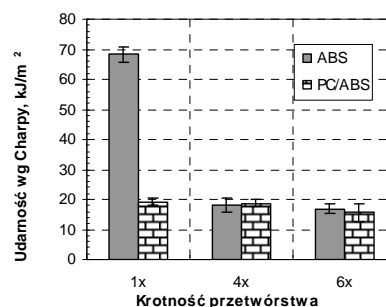
3. Wyniki badań i ich interpretacja

Na podstawie wyników badań wykazano zróżnicowaną zależność właściwości rABS i mieszaniny rPC/ABS od krotności przetwarzania. Zaobserwowane zmiany cech mechanicznych i strukturalnych polimerów przedstawiono na rys. 1-3.



Rys. 1. Wpływ krotności przetwarzania na napężenie zrywające rABS i rPC/ABS

Fig. 1. Influence of reprocessing on the stress at break of ABS and rPC/ABS blends



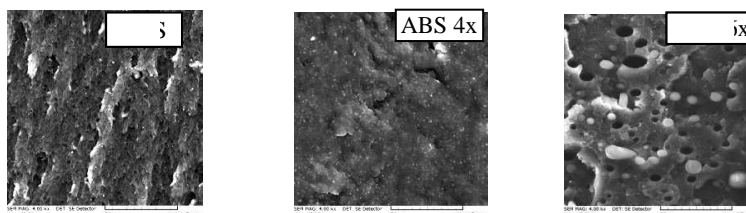
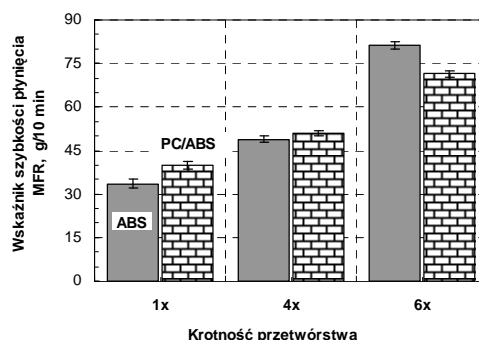
Rys. 2. Wpływ krotności przetwarzania na udarność rABS i rPC/ABS

Fig. 2. Influence of reprocessing on the impact strength of rABS and rPC/ABS blends

Stwierdzono, że recykling spowodował obniżenie naprężenia zrywającego dla rPC/ABS o ok. 20% w stosunku do polimeru pierwotnego i o zaledwie 1% dla rABS. Wydłużenie zrywające zmniejszyło się o ok. 60% zarówno dla rABS jak i mieszaniny rPC/ABS, co wskazuje na wzrost sztywności recyklatów. Zaistniałe zmiany świadczą o degradacji termicznej i mechanicznej fazy butadienowej, względnie fazy SAN pod wpływem recyklingu. Moduł sprężystości badanych polimerów do 4 cyklu wtryskiwania wykazywał wzrost na poziomie 10% dla rABS, jak i mieszaniny PC/ABS ok. 2%. Wskazuje to na możliwość występowania procesów sieciowania równocześnie z degradacją makrocząsteczek. W kolejnych cyklach przetwarzania dominuje już degradacja, o czym świadczy istotny wzrost MFR o około 50% dla rABS i 33% dla mieszaniny rPC/ABS. Intensywność zaobserwowanych zmian była znacznie wyższa dla mieszaniny rPC/ABS niż dla ABS, co wynika z budowy struktury fazowej.

Rys. 3. Wpływ krotności przetwarzania na MFR rABS i mieszaniny rPC/ABS

Fig. 3. Influence of reprocessing on the MFR of rABS and rPC/ABS blends



Rys. 4. Morfologie SEM przełamów rABS w funkcji krotności przetwarzania ($\times 400$)

Fig. 4. SEM morphology of fractured surface of rABS during reprocessing ($\times 400$)

Wraz ze wzrostem cykli przetwarzania polimerów nastąpiło drastycznie obniżenie udarności o 70% dla ABS i o około 18% dla mieszaniny, co świadczy o istotnym wzroście kruchości, a co za tym idzie zmniejszeniu obciążalności wyrobów. Zachodzące zmiany w strukturze polimerów korelują z obserwacjami charakteru pęknięcia badanych materiałów (rys. 4).

Literatura

- [1] Brennan L.B, Isaac D.H, *Recycling of acrylonitrile–butadiene–styrene and HIPS from waste computer equipment*, J. of Appl. Poly. Sci., v. 86, 2002, 572-578.
- [2] Cz arneck a D., *Wpływ wielokrotnego przetwórstwa na przemianę krucho-ciagliwą tworzyw termoplastycznych*, rozprawa doktorska, WBiZ, Politechnika Poznańska, 2004.
- [3] Bogucka R., Brenner P.H., *Plastics flows and their management in Austria and Poland*: Institute of Water Quality, Resources and Waste Management, Vienna, 2006.
- [4] Cz arneck a D., Jurga J., *BDT in rPET*, Global Symposium on Recycling, Waste Treatment and Clean Technology, vol. III, Madryt 2004.