

Krzysztof LEWANDOWSKI, Stanisław ZAJCHOWSKI, Jolanta TOMASZEWSKA

e-mail: krzysztof.lewandowski@utp.edu.pl

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

Wpływ temperatury wytłaczania na właściwości kompozytów PVC/drewno

Wstęp

Jedną z obiecujących i dynamicznie rozwijających się metod modyfikacji tworzyw termoplastycznych jest użycie drewna jako napelnacza. Właściwości otrzymanych wówczas kompozytów polimerowo-drzewnych (*wood polymer composite* – WPC) zależą między innymi od stężenia i rodzaju napelnacza drzewnego a także od właściwości osnowy polimerowej [1, 2].

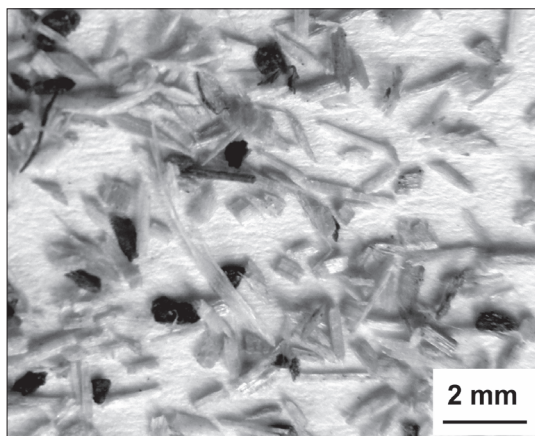
Jako tworzywo polimerowe, poza polipropylenem (PP) i polietylenem (PE), coraz częściej stosuje się poli(chlorek winylu) (PVC), w szczególności przy wytłaczaniu desek tarasowych i sidingu.

Właściwości PVC oraz jego kompozytów uwarunkowane są stopniem żelowania polimeru, który w istotny sposób zależy od warunków przetwórstwa [3–6].

Celem niniejszej pracy było zbadanie wpływu temperatury przetwórstwa podczas wytłaczania na właściwości mechaniczne otrzymanych kompozytów poli(chloroku winylu) z napelniaczem drzewnym.

Metodyka badań

Do badań zastosowano mieszkankę *dry blend* poli(chloroku winylu) *Polanvil S-58* produkcji ANWIL S.A. Do sporządzenia kompozytu, użyto wióry z drzew iglastych frakcja 0,25–0,5 mm (WF) (Rys. 1).



Rys. 1. Napelnierz drzewny w postaci wiórów sosnowych frakcja 0,25–0,5 mm

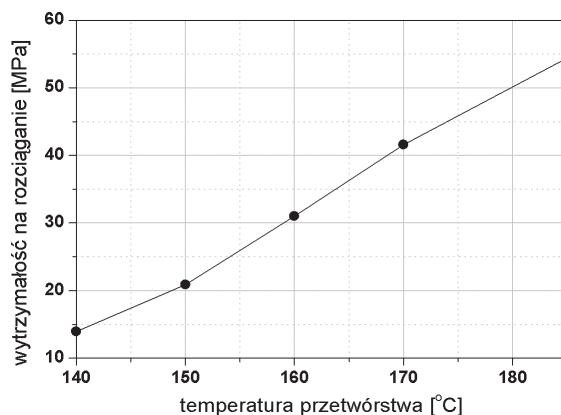
Dry blend PVC wytłoczono wstępnie na wyltaczarce jednoślimakowej T-32 produkcji *Metalchem* Gliwice. Temperatura kolejnych stref cylindra była identyczna i wynosiła dla kolejnych prób: 140, 150, 160, 170, 185°C. Wytłaczanie prowadzono z zastosowaniem dyszy 30/7. Otrzymane wytłoczyny zmielono oddzielnie przy użyciu młyna udarowego. Przemiały oraz ich mieszaniny z wysuszonym napelniaczem drzewnym (3 h, 105°C) poddano procesowi wytłaczania przy pomocy jednoślimakowej laboratoryjnej wyltaczarki plastografometru Brabendera. Udział WF w wytłaczanych mieszaninach wynosił 30% i 50% wag. Temperaturę przetwórstwa regulowano za pomocą dwóch stref grzejnych cylindra oraz jednej na łączniku cylinder – głowica. Użyto głowicy o przekroju prostokątnym o wymiarach 10×4 mm i długości 130 mm, o powierzchni wewnętrznej napyłonej teflonem. Zastosowanie takiego typu głowicy pozwala na formowanie profilu i jednoczesną jego kalibrację. Wytłaczanie prowadzono w temperaturze identycznej

jak podczas wytłaczania wstępnego na wyltaczarce T-32. Temperatura głowicy zależała od temperatury przetwórstwa i zmniejszała się wraz z odległością od łącznika cylinder-głowica. Wynosiła ona odpowiednio: 140/103/93°C, 150/112/98°C, 160/120/104°C, 170/125/110°C, 185/129/114°C (temperatura przetwórstwa/ początek głowicy/ koniec głowicy). Na podstawie prób ustalono prędkość obrotową ślimaka 20 obr/min.

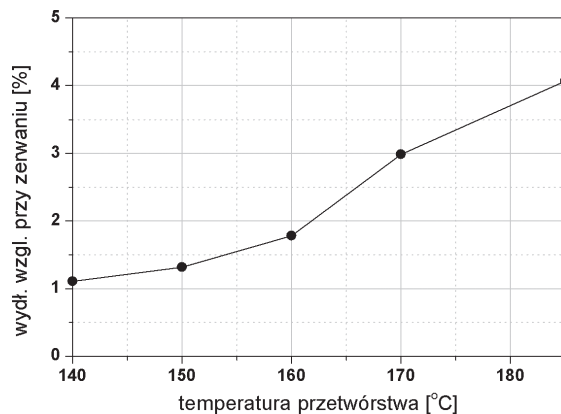
Otrzymano profile, które następnie poddano badaniom właściwości mechanicznych przy statycznym rozciąganiu oraz oznaczenia udarności metodą *Charpy*. Właściwości mechaniczne przy statycznym rozciąganiu oznaczano przy użyciu wytrzymałościowej maszyny TIRA test 2200 zgodnie z normą PN-EN ISO 527-1 przy prędkości rozciągania wynoszącej 10 mm/min. Udarność metodą *Charpy* badano zgodnie z PN-81/C-89029.

Omówienie wyników i wnioski

Jak przedstawiono na rys. 2 wzrost temperatury wytłaczania poli(chloroku winylu) od 140 do 185°C powoduje bardzo wyraźny liniowy wzrost wytrzymałości na rozciąganie od 13,9 do 54,4 MPa. Wraz ze wzrostem wytrzymałości na rozciąganie zwiększa się wartość wydłużenia względnego przy zerwaniu. Dla wytłoczyn otrzymanych w najniższej zastosowanej temperaturze przetwórstwa wynosi ono 1,1% i osiąga wartość maksymalną 4,1% (Rys. 3).

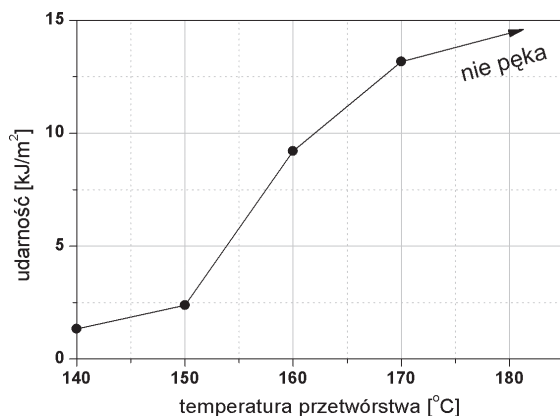


Rys. 2. Zależność wytrzymałości na rozciąganie wytłaczanych profili z PVC od temperatury przetwórstwa



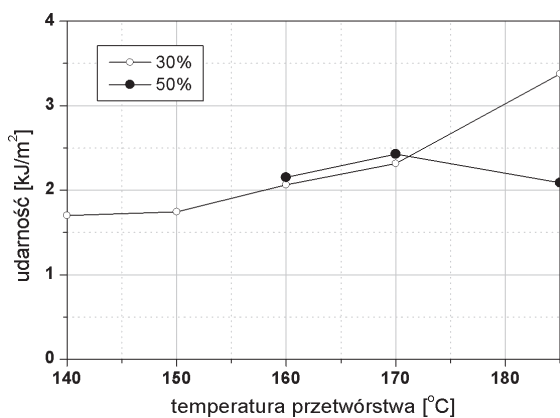
Rys. 3. Zależność wydłużenia względnego przy zerwaniu profili wytłaczanych z PVC od temperatury przetwórstwa

Próbki otrzymane w temperaturze najniższej charakteryzują się bardzo małą udarnością ($1,3 \text{ kJ/m}^2$), która gwałtownie wzrasta wraz ze wzrostem temperatury ich otrzymywania, osiągając wartość $13,2 \text{ kJ/m}^2$ dla profili wytłaczanych w temperaturze 170°C (Rys. 4). Wytłoczyny otrzymane w temperaturze 185°C nie ulegają zniszczeniu podczas badania.



Rys. 4. Zależność udarności wytłaczanych profili z PVC od temperatury przetwórstwa

Na wykresie rys. 5 przedstawiono przebieg zmiany udarności bez karbu dla profili wytłaczanych z kompozytów PVC zawierających 30 i 50% napelniacza drzewnego. Wytłoczenie mieszaniny z 50% zawartością drewna w temperaturze 140 i 150°C nie było możliwe ze względu na zbyt duże opory przepływu występujące w głowicy.



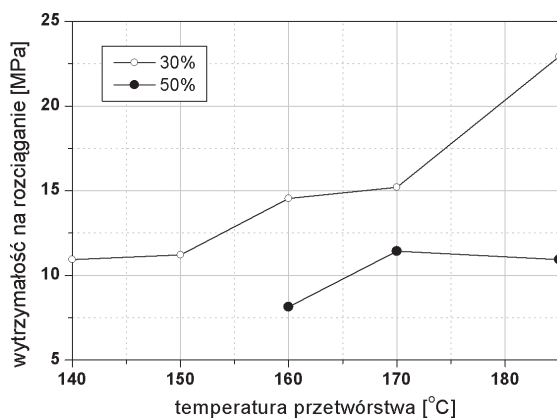
Rys. 5. Zależność udarności wytłaczanych profili z PVC od temperatury przetwórstwa

Dodatek do osnowy polimerowej napelniacza drzewnego wpływa na wyraźne obniżenie udarności wytłoczonych kształtowników.

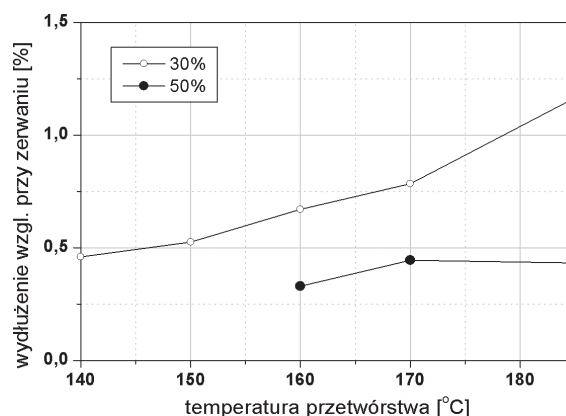
Dla kompozytu o niższym stężeniu napelniacza, następuje podwojenie wartości udarności, wraz ze wzrostem temperatury wytłaczania z 140 do 185°C .

Wytłoczyny kompozytowe zawierające 50% wiórów, w przypadku temperatury przetwórstwa 160 i 170°C , charakteryzują się prawie taką samą udarnością co listwy wykonane z kompozytu o niższej zawartości napelniacza. Wytłaczanie w temperaturze 185°C powoduje niewielki spadek udarności.

Jak pokazano na wykresach rys. 6 i 7, zmiany wytrzymałości na rozciąganie i wydłużenia względnego przy zerwaniu kompozytu, mają podobną tendencję jak zmiany udarności (Rys. 5). Wzrost temperatury przetwórstwa powoduje zwiększenie wytrzymałości na rozciąganie o 92% kompozytu zawierającego 30% wiórów drzewnych oraz 33% w przypadku profili kompozytowych zawierających 50% napelniacza.



Rys. 6. Zależność wytrzymałości na rozciąganie wytłaczanych profili kompozytowych od temperatury przetwórstwa



Rys. 7. Zależność wytrzymałości na rozciąganie wytłaczanych profili kompozytowych od temperatury przetwórstwa

Wartość wydłużenia względnego przy zerwaniu otrzymanych kompozytów jest niewielka i różni od 0,6% do 1,2% dla kompozytu PVC z 30% zawartością napelniacza wytłaczanego w temperaturze 185°C .

Wnioski

Podsumowując należy stwierdzić, że właściwości mechaniczne zarówno nienapelnionej mieszanki PVC jak i kompozytu drzewnego na jej osnowie zależą istotnie od temperatury przetwarzania. Jej wzrost powoduje wzrost stopnia żelowania PVC [4]. W przypadku kompozytów na osnowie stosowanej w pracy mieszanki PVC poprawa właściwości mechanicznych z rosnącym stopniem żelowania jest widoczna wówczas, gdy zawartość napelniacza drzewnego wynosi 30%. Właściwości mechaniczne WPC o zawartości mączki drzewnej 50% praktycznie nie zależą od temperatury wytłaczania.

LITERATURA

- [1] S. Zajchowski, J. Ryszkowska: Polimery, **54**, 754 (2009).
- [2] Haihong Jiang, D.P. Kamdem: J Vinyl Add Techn, **10**, 59 (2004).
- [3] S. Zajchowski: Polimery, **50**, 890 (2005).
- [4] S. Zajchowski, K. Piszczek, J. Tomaszewska: Polimery, **46**, 232 (2001).
- [5] S. Zajchowski, K. Lewandowski, J. Tomaszewska, J. Mirowski, S. Kuciel: Czasopismo Techniczne, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, **106**, 409 (2009).
- [6] J. Gajewski: Praca doktorska, Politechnika Warszawska, Warszawa 2008.

Praca finansowana ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego oraz ze środków budżetu państwa w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka 2007–2013, Umowa o dofinansowanie projektu nr UDA-POIG.01.03.01-00-092/08-00.