

Józef Koszkuł¹

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

KOMPOZYTY POLIAMIDU 6 Z WŁÓKNEM SZKLANYM

Przedstawiono właściwości mechaniczne i cieplne dla kompozytów poliamidu 6 z włóknem szklanym o nazwie Restramid. Zbadano też wpływ dodatkowego wygrzewania oraz parametrów wtryskiwania na właściwości mechaniczne i cieplne.

POLYAMIDE 6 FILLED WITH GLASS FIBRES

Some mechanical properties glass fibres (Fig. 1) and values of a softening point according to Vicat (Fig. 2) for polyamide 6 and its composites with glass fibres were presented. These properties were defined for specimens prepared using computer control injection moulding machine. Measurements were done for specimens without additional heat treatment and for specimens with soaking. The soaking was made at the temperature 170°C in the air atmosphere at the low heating and cooling speed and soaking time 15 minutes per 1 centimetre of a specimen thickness.

The influence of injection moulding parameters on selected mechanical properties (Fig. 3-5) and a softening point according to Vicat (Fig. 6) for polyamide 6 and a composite with 50% content of a glass fibres was also tested. The test were carried out by a multifactor method according to an orthogonal plan and all parameter values were established on 5 levels. The detailed experiment plan and injection moulding parameters were presented in Table 1. The results were described by the second-degree polynomial curves and graphically presented.

WSTĘP

Kompozyty poliamidu 6 z włóknem szklanym są do-
syć szeroko stosowane. Wytwarza je wiele firm krajo-
wych i zagranicznych, stosując do tego różne składniki
wyjściowe i urządzenia.

W niniejszej pracy zostaną przedstawione wyniki
badań kompozytów firmy POLIMARKY z Rzeszowa.
Do wytwarzania kompozytów firma używa poliamidu 6
typu Tarnamid T-27 oraz włókna szklanego pokrytego
silanem. Kompozyty wytwarzane są za pomocą wytła-
czarki dwuślimakowej sterowanej komputerowo, mają
one nazwę Restramid z liczbą określającą zawartość
włókna, np. Restramid 50 GF.

Na ogół za kompozyt uważa się materiał, który speł-
nia następujące warunki:

- jest wytworzony przez człowieka,
- jest mieszaniną co najmniej dwóch różnych pod wzglę-
dem chemicznym materiałów z wyraźną granicą roz-
działu między nimi,
- poszczególne składniki tworzą razem jeden materiał,
- uzyskany materiał wykazuje inne właściwości niż jego
składniki [1, 2].

Również dobra jest następująca definicja: Kompozy-
tem nazywa się materiał naturalny lub sztuczny, zawie-
rający dwa różne składniki, wyraźnie od siebie oddzie-
lone i równomiernie wypełniające jego objętość, wytwor-
zony w celu uzyskania określonych właściwości [3].
Głównym celem tworzenia kompozytów jest polepszenie

właściwości mechanicznych, odporności cieplnej lub
chemicznej [4-7].

W pracy przedstawiono również wyniki badań two-
rzyw wygrzewanych. Wygrzewanie próbek prowadzono
w temperaturze 170°C w atmosferze powietrza, przy
czym nagrzewanie przebiegało z szybkością 0,9°C/min,
a chłodzenie z szybkością 0,6°C/min. Czas wygrzewa-
nia wynosił 15 minut na 1 mm grubości próbki [8].

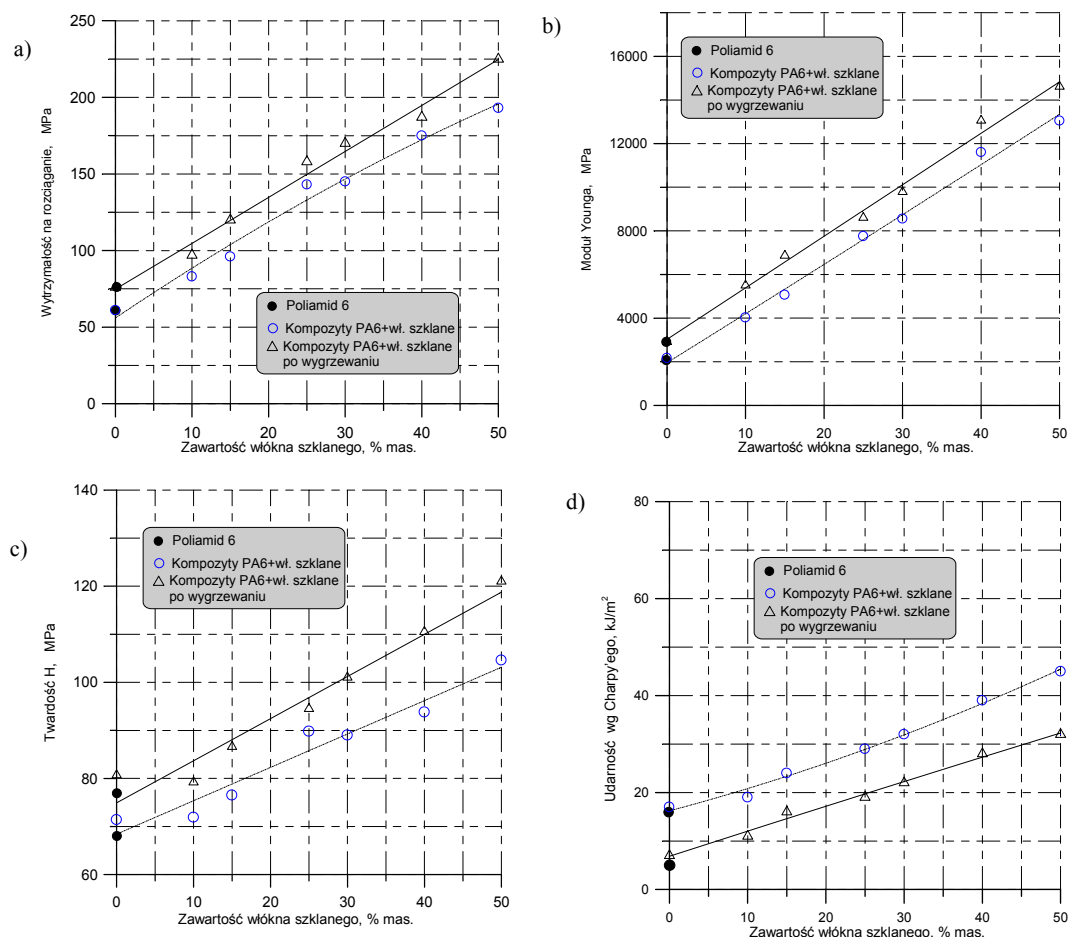
Właściwości badanych tworzyw określano wg obo-
wiązujących norm [9], a próbki do badań wytworzono
metodą wtryskiwania za pomocą wtryskarki ślimakowej
firmy KRAUSS-MAFFEI typu KM6S-160C1 sterowa-
nej komputerowo.

WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNE I CIEPLNE

Wyniki badań właściwości mechanicznych zestawio-
no na rysunku 1, a właściwości cieplnych na rysunku 2.

Z przedstawionych wyników badań wynika, że wy-
grzewanie ma istotny wpływ na kształtowanie się właś-
ciwości mechanicznych i cieplnych. W przypadku
temperatury mięknięcia, przy maksymalnej zawartości
napelnacza, to jest ok. 50%, zaobserwowano już nawet
nieznaczne jej zmniejszenie. Zawartość napelnacza
w ilości 50% uważać należy za maksymalną, chociaż
można spotkać kompozyty tego tworzywa o zawartości

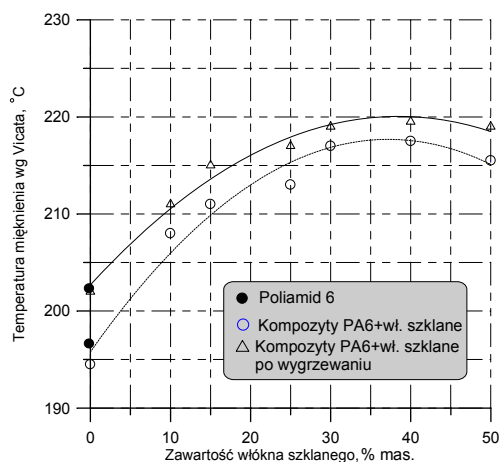
¹ dr hab. inż., prof. PCz.



Rys. 1. Wpływ zawartości napelnacza i wygrzewania na wybrane właściwości mechaniczne kompozytów poliamidu 6 z włóknem szklanym: a) wytrzymałość na rozciąganie, b) moduł Younga, c) twardość, d) udarność

Fig. 1. The influence of filler content and soaking on selected mechanical properties of the polyamide 6 with glass fibres composites: a) tensile strength, b) Young's modulus, c) hardness, d) impact strength

włókna szklanego w ilości 60%. Zawartość napelnacza ma istotny wpływ na wartość temperatury mięknięcia. Przy zawartości napelnacza w ilości 30÷40% mas. wartość tej temperatury jest zbliżona do temperatury topnienia fazy krystalicznej osnowy.



Rys. 2. Wpływ zawartości napelnacza i wygrzewania na temperaturę mięknięcia

Fig. 2. The influence of filler content and soaking on the softening point

BADANIA WPŁYWU PARAMETRÓW WTRYSKIWIANIA NA WYBRANE WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNE I CIEPLNE

W czasie pomiarów laboratoryjnych zauważono, że właściwości mechaniczne i cieplne oraz skurcz przetwórczy zależą nie tylko od rodzaju tworzywa, ale również od parametrów wtryskiwania. Postanowiono zatem przeprowadzić badania w tym zakresie metodą wieloczynnikową. Po opracowaniu wyników wykorzystano model matematyczny w postaci wielomianu stopnia drugiego w postaci

$$F = b_{00} + b_{01}p_i + b_{02}t_j + b_{03}v_k + b_{11}p_i^2 + b_{22}t_j^2 + b_{33}v_k^2 + b_{12}p_it_j + b_{13}p_iv_k + b_{23}t_jv_k$$

gdzie:

F - badana funkcja,

p_i - ciśnienie wtryskiwania,

t_j - temperatura wtryskiwania,

v_k - prędkość wtryskiwania,

b_{xx} - współczynniki regresji.

Na podstawie wykonanych badań wstępnych ustalono następujący zakres parametrów wtryskiwania:

- ciśnienie $p = x_1 = 70 \div 130$ MPa,
- temperatura $t = x_2 = 230 \div 300$ °C,
- prędkość $v = x_3 = 35 \div 120$ mm/s.

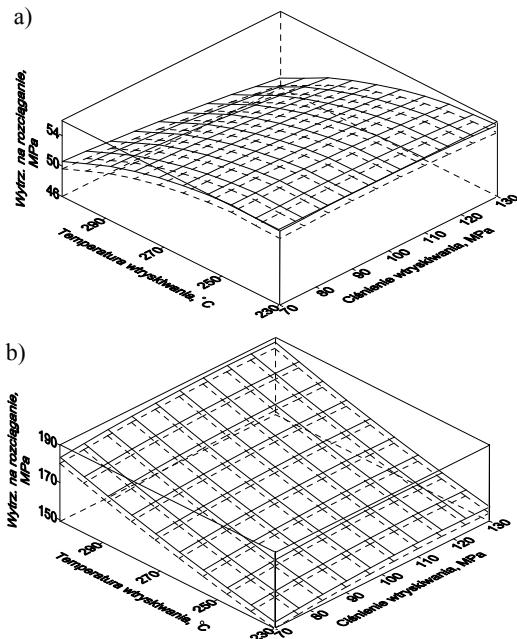
Ustalony wg planu ortogonalnego typu PS/DS - P: λ [10] schemat realizacji prób zestawiono w tabeli 1. Wartość każdego parametru wtryskiwania ustalano na 5 poziomach.

TABELA 1. Schemat realizacji prób wtryskiwania
TABLE 1. The execution pattern of attempt at injection moulding

Lp.	Kolejność prób i parametry wtryskiwania					
	x_1	x_2	x_3	p , MPa	t , °C	v , m/s
1	-1	-1	-1	82	244	52
2	+1	-1	-1	118	244	52
3	-1	+1	-1	82	286	52
4	+1	+1	-1	118	286	52
5	-1	-1	+1	82	244	103
6	+1	-1	+1	118	244	103
7	-1	+1	+1	82	286	103
8	+1	+1	+1	118	286	103
9	$-\alpha$	0	0	70	265	77,5
10	$+\alpha$	0	0	130	265	77,5
11	0	$-\alpha$	0	100	230	77,5
12	0	$+\alpha$	0	100	300	77,5
13	0	0	$-\alpha$	100	265	35
14	0	0	$+\alpha$	100	265	120
15	0	0	0	100	265	77,5
16	0	0	0	100	265	77,5
17	0	0	0	100	265	77,5
18	0	0	0	100	265	77,5
19	0	0	0	100	265	77,5
20	0	0	0	100	265	77,5

Wytrzymałość na rozciąganie

Wyniki badań przedstawiono na rysunku 3.



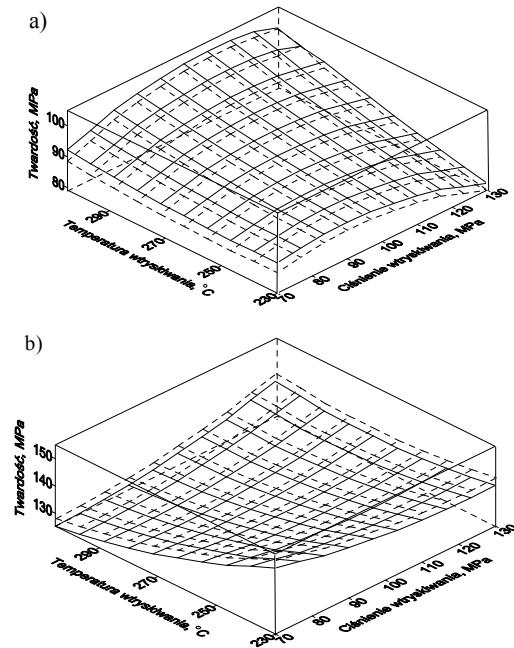
Rys. 3. Zależność wytrzymałości na rozciąganie od parametrów wtryskiwania: a) poliamid 6, b) kompozyt PA6+50% włókna szklanego. Linia ciągła $v = 120$ mm/s, linia przerywana $v = 35$ mm/s

Fig. 3. The relationship of the tension strenght on injection moulding parameters: a) polyamide 6, b) PA6 + 50% glass fibres content

composite. The solid line $v = 120$ millimeters/second, dashed line $v = 35$ millimeters/second

Twardość

Wyniki badań przedstawiono na rysunku 4.

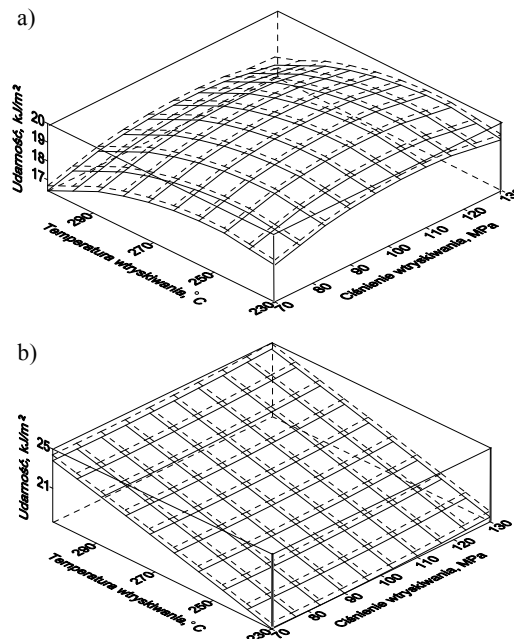


Rys. 4. Zależność twardości od parametrów wtryskiwania: a) poliamid 6, b) kompozyt PA6+50% włókna szklanego. Linia ciągła $v = 120$ mm/s, linia przerywana 35 mm/s

Fig. 4. The relationship of the hardness on injection moulding parameters: a) polyamide 6, b) PA6 + 50% glass fibres content composite. The solid line $v = 120$ millimeters/second, dashed line $v = 35$ millimeters/second

Udarność z karbem wg Charpy

Wyniki badań przedstawiono na rysunku 5.

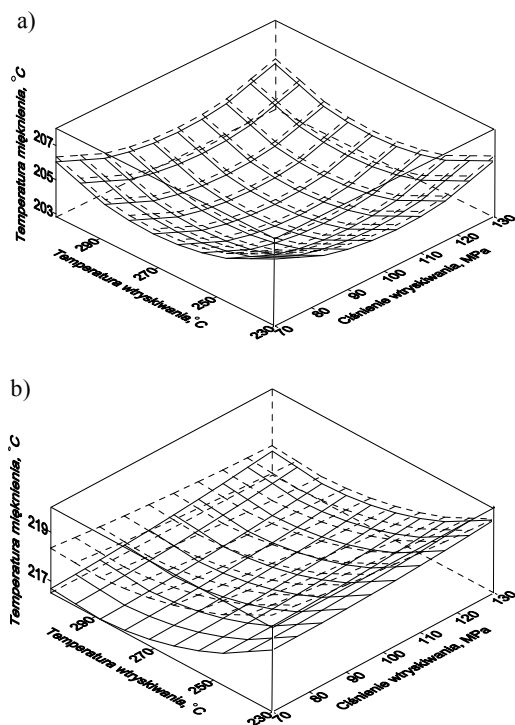


Rys. 5. Zależność udarności z karbem wg Charpy od parametrów wtryskiwania: a) poliamid 6, b) kompozyt PA6+50% włókna szklanego. Linia ciągła $v = 120$ mm/s, linia przerywana $v = 35$ mm/s

Fig. 5. The relationship of the notched impact strenght according to Charpy on injection moulding parameters: a) polyamide 6, b) PA6+50% glass fibres content composite. The solid line $v = 120$ millimeters/second, dashed line $v = 35$ millimeters/second

Temperatura mięknięcia wg Vicata

Wyniki badań przedstawiono na rysunku 6.



Rys. 6. Zależność temperatury mięknięcia wg Vicata od parametrów wtryskiwania: a) poliamid 6, b) kompozyt PA6+50% włókna szklanego. Linia ciągła $v = 120$ mm/s, linia przerywana $v = 35$ mm/s

Fig. 6. The relationship of a softening point according to Vicat on injection moulding parameters: a) polyamide 6, b) PA6+50% glass fibres content composite. The solid line $v = 120$ millimeters/second, dashed line $v = 35$ millimeters/second

W przypadku badanych właściwości mechanicznych i cieplnych stwierdzono, że szybkość wtryskiwania ma wpływ na wartość badanej właściwości, ale często jest on niewielki.

Wytrzymałość na rozciąganie wybranych kompozytów jest najwyższa dla maksymalnych wartości temperatury wtryskiwania oraz średniej wartości ciśnienia wtryskiwania. Zmniejszenie ich wartości prowadzi do uzyskania wyprasek o niższej wytrzymałości.

W przypadku twardości uzyskano podobne relacje jak dla wytrzymałości na rozciąganie.

Na wartość udarności najwyższy wpływ ma temperatura wtryskiwania, jej zmniejszenie powoduje obniżenie udarności. Natomiast w przypadku temperatury mięknięcia największy wpływ na jej wartość ma ciśnienie wtryskiwania. W przypadku kompozytu o zawartości 50% włókna szklanego stwierdzono, że obniżenie temperatury wtryskiwania powoduje zwiększenie wartości temperatury mięknięcia.

WNIOSKI

Potwierdzono, że w przypadku kompozytów poliamidu 6 z włóknem szklanym, przy założeniu dobrej adhezji między tworzywem a napelniaczem oraz przy zawartości napelniacza w ilości zapewniającej dobrą jego zwilżalność, uzyskuje się istotne zwiększenie badanych właściwości wraz z zawartością napelniacza. Jedynie w przypadku temperatury mięknięcia za optymalną należy uznać zawartość napelniacza w ilości 40%.

Parametry wtryskiwania mają też wpływ na kształtowanie się wartości badanych właściwości. Na ogół najlepsze są parametry średnie lub najwyższe.

LITERATURA

- [1] Modern Composite Materials, ed. L. Broutman, R.H. Krock, Addison-Wesley Publishing Company, Reading 1967.
- [2] Hyla I., Wybrane zagadnienia z inżynierii materiałów kompozytowych, WNT, Warszawa 1996.
- [3] Wilczyński A.P., Polimerowe kompozyty włókniste, WNT, Warszawa 1998.
- [4] Królikowski W., Tworzywa wzmocnione i włókna wzmocniające, WNT, Warszawa 1998.
- [5] Sikora R., Tworzywa wielkocząsteczkowe, Rodzaje, właściwości i struktura, Politechnika Lubelska, Lublin 1991.
- [6] Żuchowska D., Polimery konstrukcyjne, WNT, Warszawa 1995.
- [7] Koszkuł J., Materiały polimerowe, Wyd. Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 1999.
- [8] Koszkuł J., Wpływ obróbki cieplnej na strukturę oraz wybrane właściwości fizyczne poliamidu i politriksanu, Politechnika Częstochowska, Częstochowa 1995.
- [9] Koszkuł J., Materiały niemetalowe, Wyd. Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 1995.
- [10] Polański Z., Metody optymalizacji w technologii maszyn, WNT, Warszawa 1977.

Recenzent
Danuta Żuchowska