

## WPLYW DODATKU WODY NA WYTRZYMAŁOŚĆ MASY Z ŻYWICĄ FURFURYLOWO-MOCZNIKOWĄ UTWARDZANĄ W WARUNKACH OTOCZENIA I PRZY UŻYCIU MIKROFAL

Dariusz DROŻYŃSKI, Mariusz HOLTZER, Marek KROBOT,  
Jan Lech LEWANDOWSKI  
Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Odlewnictwa  
Katedra Tworzyw Formierskich

### 1. Wprowadzenie

Technikę mikrofalową zastosowano w odlewnictwie do utwardzania mas ze spoiwami organicznymi (fenolowymi, mocznikowymi) i nieorganicznymi [1–4] oraz do suszenia powłok ochronnych nanoszonych na formy i rdzenie [5]. Technikę tę wykorzystuje się także do szybkiego określania zawartości wilgoci w masach klasycznych.

Praca niniejsza stanowi kontynuację badań dotyczących wykorzystania mikrofal do utwardzania mas formierskich, realizowanych w Katedrze Tworzyw Formierskich w latach 1997–1998 [6–8]. Prace prowadzone w latach poprzednich obejmowały między innymi masy ze spoiwem fenolowym [4]. Aktualnie przedstawiono wyniki badań dla mas z żywicą furfurylowo-mocznikową (Furtolit 1031). Masy utwardzono na powietrzu oraz przy użyciu ciepła pochodzącego z mikrofal. Głównym celem badań było określenie wpływu dodatku wody na właściwości mas.

Podczas utwardzania mieszaniny piasku kwarcowego i żywicy przy użyciu mikrofal, obserwuje się dwa korzystne efekty [2, 9]:

- efekt termiczny powodujący przyspieszenie reakcji chemicznej w wyniku wzrostu temperatury żywicy w całej objętości,
- efekt związany z rezonansowym pobudzeniem do drgań cząstek monomerów w trakcie tworzenia łańcuchów polimerowych.

Dzięki takiemu oddziaływaniu mikrofal na cząstki polimeru przyspieszany jest proces polimeryzacji bez konieczności nagrzewania żywicy do podwyższonej temperatury.

## 2. Część badawcza

### 2.1. Materiały i urządzenia stosowane do badań

Badaniom poddano masę o składzie:

piasek kwarcowy z kopalni Grudzeń Las (frakcja główna 0,20/0,16/0,10),

- żywica Furtolit 1031,
- utwardzacz Härter PKL,
- woda.

Masę sporządzano w mieszarce laboratoryjnej typu LM1, produkcji WADAP Wadowice. Standardowe kształtki do badań wytrzymałości na zginanie  $K_g''$  sporządzano metodą wibracyjną (czas wibracji 20 s) przy użyciu urządzenia LUZ produkcji WADAP Wadowice, umożliwiające jednoczesne wykonanie 5 kształtek.

Utwardzanie kształtek prowadzono w dwóch seriach:

- przy użyciu mikrofal,
- na powietrzu.

Pomiary wytrzymałości na zginanie  $K_g''$  przeprowadzono przy użyciu aparatu uniwersalnego typu LRu, produkcji WADAP Wadowice, stosując skalę  $K_g''$  (I).

### 2.2. Metodyka badań

Badane masy sporządzano następująco: odważoną ilość piasku i utwardzacza mieszano przez 1,5 minuty, a następnie po dodaniu żywicy mieszano jeszcze 2,5 minuty. W przypadku stosowania dodatku wody, dozowano do piasku najpierw wodę i mieszano przez 1 minutę, a następnie do tak sporządzonej mieszaniny wprowadzano utwardzacz i żywicę stosując te same czasy mieszania, co przy sporządzaniu mas bez dodatku wody. Dodatek wody wynosił 0,5; 1; 2 i 3 %. Stosowano następujące składy i warunki utwardzania:

#### 1. Masy utwardzane na powietrzu:

skład (w częściach wagowych):

- |                         |        |
|-------------------------|--------|
| ➤ piasek kwarcowy       | 100,   |
| ➤ żywica Furtolit 1031  | 1,45,  |
| ➤ utwardzacz Härter PKL | 0,87,  |
| ➤ woda                  | 0 i 1% |

Czas utwardzania: 1, 2, 3, 4 i 24 godziny.

#### 2. Masy utwardzane za pomocą mikrofal:

skład (w częściach wagowych):

- |                         |              |
|-------------------------|--------------|
| ➤ piasek kwarcowy       | 100,         |
| ➤ żywica Furtolit 1031  | 1,45,        |
| ➤ utwardzacz Härter PKL | 0,87,        |
| ➤ woda                  | 0, 1, 2, 3%, |

Czas utwardzania: 2, 3, 4, 5 i 6 minut.

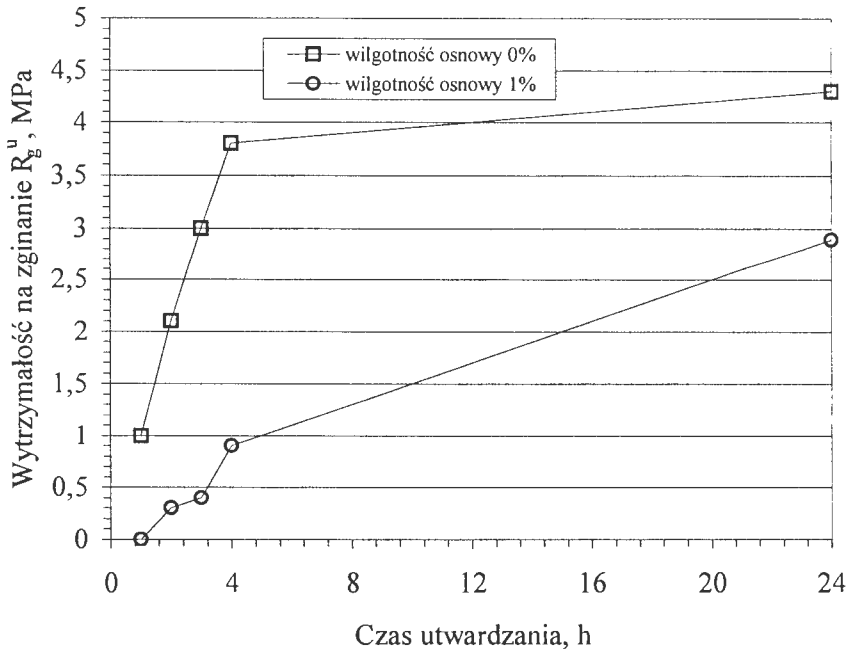
Moc źródła mikrofal 800 W.

### 3. Wyniki badań i ich omówienie

Wyniki badań wpływu czasu utwardzania i dodatku wody na wytrzymałość masy na zginanie  $R_g^u$  utwardzanej na powietrzu przedstawia rys. 1.

Wyniki badań wpływu czasu utwardzania i dodatku wody na wytrzymałość masy na zginanie  $R_g^u$  utwardzanej przy użyciu mikrofal przedstawia rys. 2.

Jak wynika z przebiegu krzywych (rys. 1) w przypadku utwardzania masy na powietrzu dodatek wody nawet tylko w ilości 1% powoduje drastyczny spadek wytrzymałości na zginanie w okresie początkowym. Dopiero po czasie utwardzania 24 godziny masa osiąga dostatecznie dużą wytrzymałość (2,9 MPa), co odpowiada wytrzymałości uzyskiwanej dla tej masy, ale bez dodatku wody, po czasie utwardzania 3 godziny. Prawdopodobnie po tak długim czasie (24 godziny) woda zawarta w masie ulega naturalnemu parowaniu i nie pełni już destrukcyjnej roli w procesie utwardzania.

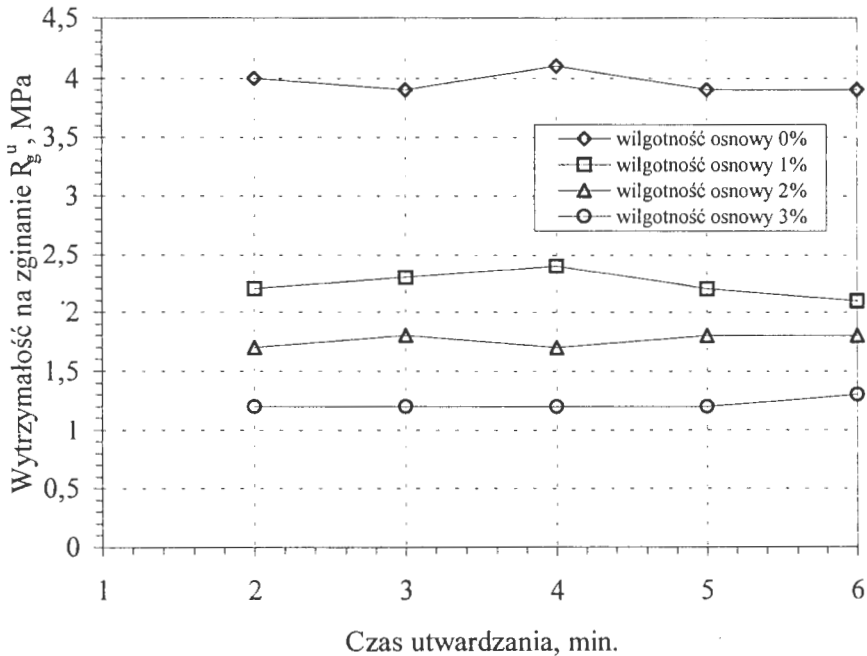


Rys. 1. Wpływ czasu utwardzania i dodatku wody na wytrzymałość na zginanie  $R_g^u$  masy utwardzanej na powietrzu (samoutwardzalnej)

Fig. 1. An effect of the hardening time and water addition on the bending strength  $R_g^u$  of the self-hardening moulding sand

Analizując wyniki uzyskane dla warunków utwardzania masy przy użyciu mikrofal (rys. 2) można stwierdzić, że w przypadku tej żywicy dla masy bez dodatku wody w bardzo krótkim czasie uzyskuje się wysokie wartości wytrzymałości na zginanie. Po 2 minutach utwardzania mikrofalami wytrzymałość masy jest równa wytrzymałości uzyskiwanej po 4 godzinach utwardzania na powietrzu. Dodatek wody do masy utwardzanej mikrofalami powoduje wyraźne zmniejszenie wytrzymałości na zginanie. Jednak spadek ten jest znacznie mniejszy niż w przypadku mas utwardzanych na powietrzu. Przykładowa masa z dodatkiem 1% wody utwardzana mikrofalami uzyskuje jeszcze wytrzymałość powyżej 2 MPa. Drastyczny spadek wytrzymałości ma miejsce dopiero dla masy z dodatkiem 3% wody (wytrzymałość na zginanie wynosi 1,2 MPa).

Dla mas z żywicą Furtolit 1031 utwardzanych mikrofalami charakterystyczny jest fakt, że we wszystkich przypadkach masa uzyskuje swoją maksymalną wytrzymałość na zginanie już po 2 minutach i dłuższe nagrzewanie mikrofalami nie ma już wpływu na ten parametr.



Rys. 2. Wpływ czasu utwardzania i dodatku wody na wytrzymałość na zginanie  $R_g^u$  masy utwardzanej przy użyciu mikrofal (moc źródła mikrofal 800 W)

Fig. 2. An effect of the hardening time and water addition on the bending strength  $R_g^u$  of the sand hardened by microwaves (microwaves source of 800 W power)

W tabeli 1 podano ubytek masy (wody i składników spoiwa) poddanej działaniu mikrofal, przy różnej początkowej wilgotności osnowy, oznaczony w suszarce w 110°C. Widać, że praktycznie we wszystkich masach, po 2 minutach działania mikrofal, ubytek masy jest praktycznie bardzo mały i taki sam. Wynika z tego, że już po tym krótkim czasie nastąpiło pełne związanie i utwardzenie składników. Ubytek masy substancji po 6 minutach utwardzania jest już znikomy (kilka setnych procenta), i niewiele różni się od ubytku masy po czasie 2 minut. Znajduje to potwierdzenie w fakcie, że każda z badanych mas już po 2 minutach utwardzania mikrofalami osiąga swoją maksymalną wytrzymałość na zginanie i dalsze działanie mikrofal nie polepsza tej właściwości.

Tabela 1. Ubytek masy (wody i składników spoiwa) w masach poddanych działaniu mikrofal (ubytek oznaczano w suszarce w 110°C)

Table 1. Weight loss (water and binder components) in sands subjected to the effect of micro-waves (the loss determined in a drier at 110°C)

Wilgotność osnowy piaskowej, %	Ubytek masy po wymieszaniu składników, %	Ubytek masy po 2 min. oddziaływania mikrofal, %	Ubytek masy po 6 min. oddziaływania mikrofal, %
0	0,61	0,16	0,04
0,90	1,42	0,11	0,08
1,86	2,25	0,11	0,074
2,79	3,11	0,11	0,04

#### 4. Wnioski

W oparciu o przeprowadzone badania wpływu dodatku wody do masy z żywicą furfurylowo-mocznikową Furtolit 1031 oraz sposobu utwardzania (przy użyciu mikrofal lub na powietrzu) można stwierdzić, że:

1. Masa (bez dodatku wody) utwardzana mikrofalami uzyskuje po 2 minutach wytrzymałość na zginanie porównywalną z masą utwardzaną co najmniej przez 4 godziny na powietrzu.
2. Dodatek 1% wody do masy utwardzanej na powietrzu powoduje drastyczny spadek jej wytrzymałości na zginanie.
3. Masa utwardzana mikrofalami nie wykazuje tak dużej czułości na dodatek wody, jak masa utwardzana na powietrzu. Jednak ogólnie wprowadzenie wody do masy utwardzanej mikrofalami powoduje zmniejszenie jej wytrzymałości na zginanie.
4. Nie stwierdzono wyraźnego wpływu czasu utwardzania mikrofalami na wytrzymałość masy z żywicą Furtolit 1031, poczynając od czasu oddziaływania mikrofal wynoszącego 2 minuty.

## 5. Literatura

- [1] Crowley T.J.: Microwave curing and mold coat drying. BCIRA International Conference 1992 (tłumaczenie Przegląd Odlewnictwa nr 5, 1992, s. 76).
- [2] Pigiel M.: Utwardzanie rdzeni w mikrofalach. Acta Metallurgica Slovaca, 4, Special Issue 2/1998, s. 102–106.
- [3] Pigiel M.: Masy formierskie ze szkłem wodnym utwardzane z użyciem mikrofal. Archiwum Technologii Maszyn i Automatyzacji v. 18, nr spec. 1998, s. 249–254.
- [4] Hutera B., Lewandowski J. L.: Wpływ oddziaływania mikrofal na wytrzymałość masy ze spoiwem fenolowym. Konferencja Naukowa Wydziału Odlewnictwa AGH. Kraków 19–20 listopad 1998, Mat. Konferencyjne, s. 7–12.
- [5] Pigiel M.: Określenie wilgotności mas formierskich przy zastosowaniu nagrzewania mikrofalowego. Międzynarodowa Konferencja Odlewnicza, Rzeszów 1996. Mat. Konferencyjne, s. 237–246.
- [6] Lewandowski J. L.: Sypkie masy samoutwardzalne – właściwa proporcja składników. Przegląd Odlewnictwa 1996, nr 1, s. 5–9.
- [7] Wykorzystanie mikrofal do utwardzania mas formierskich (I, II i III). Sprawozdanie z pracy statutowej Wydziału Odlewnictwa AGH nr 11.170.30.
- [8] Drożyński D., Holtzer M., Hutera B., Krobot M., Lewandowski J. L.: Wpływ oddziaływania mikrofal na wytrzymałość masy formierskiej z żywica furfurylową, ze szczególnym uwzględnieniem znaczenia zawartości wody w masie. II Międzynarodowa Konferencja „Tendencje rozwojowe w mechanizacji procesów odlewniczych”, Kraków 1999. Mat. Konf. s. 183–187.
- [9] Decaveau R. V., Peterson R. A.: Microwave Processing and Engineering. Fillis Harwood Ltd. Chichester England.

Praca statutowa finansowana przez KBN – umowa AGH nr 11.11.170.30

Recenzent: prof. dr hab. inż. Józef Dańko