

Dr inż. Mirosław Pigiel
Instytut Technologii Maszyn i Automatykacji
Politechniki Wrocławskiej
Zakład Odlewnictwa

Mikrofalowe utwardzanie rdzeni z piasku kwarcowego i żywic termoutwardzalnych

Zbadano możliwość mikrofalowego utwardzania mieszanin piasku kwarcowego i żywic termoutwardzalnych. Dobrano parametry utwardzania. Porównano właściwości wytrzymałościowe próbek mas utwardzanych konwencjonalnie i mikrofalowo.

Microwave hardening of cores made of quartz sand and thermohardened resins

There were investigated the possibility of microwave hardening of quartz sand blends and thermohardened resins. There were chosen the hardening parameters. Strength properties of samples hardened conventionally and by use of microwaves were compared.

1. WSTĘP

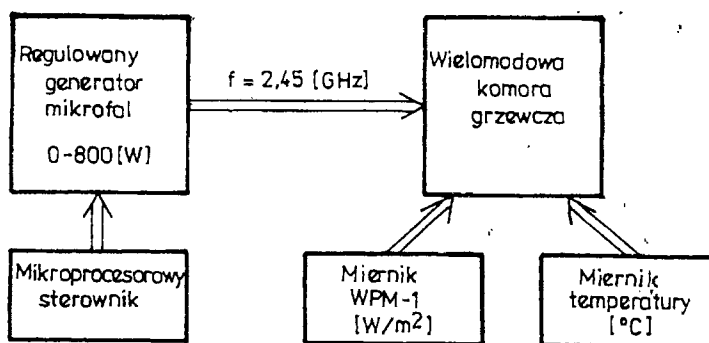
Badania mają na celu przeprowadzenie prób utwardzania rdzeni z piasku kwarcowego z dodatkiem żywic termoutwardzalnych, w polu mikrofalowym.

Proces utwardzania żywicy będzie mógł zachodzić w niższych temperaturach. Występujący efekt nietemperaturowy związany z rezonansowym pobudzeniem do drgań tworzących się łańcuchów polimerowych może spowodować skrócenie czasu utwardzania. Badania i wynikające z nich wnioski będą wykorzystane przy opracowaniu koncepcji budowy

rdzennicy do wytwarzania rdzeni z piasków otaczanych, utwardzanych za pomocą mikrofal. Rdzennicę tą można będzie przystosować do współpracy z typową zmechanizowaną strzelarką lub nadmuchiarką.

2. STANOWISKO BADAWCZE

W celu wykonania badań porównawczych próbek utwardzanych konwencjonalnie i mikrofalowo, wykonanych z piasku kwarcowego i żywic termoutwardzalnych, zbudowano stanowisko badawcze przedstawione na rysunku 1.



Rys. 1. Schemat blokowy stanowiska badawczego

Wyposażone ono jest w wielomodową komorę grzewczą, regulowany generator mikrofal pracujący w paśmie 2,45 GHz oraz elementy pomiarowe: „wycieku” mikrofal na zewnątrz komory i temperatury badanych próbek. Mikroprocesorowy sterownik umożliwia precyzyjną regulację mocy mikrofal absorbowanej w próbce oraz płynny dobór czasu nagrzewania.

3. PRZYGOTOWANIE MAS

Do wszystkich badań nad utwardzaniem piasku kwarcowego i żywic termoutwardzalnych użyto żywic produkowanych przez Zakłady Tworzyw Sztucznych ERG w Pustkowie. Osnowę stanowił wzorcowy piasek kwarcowy „Grudzeń Las”. Badaniom poddano pięć żywic odlewniczych: MK-2, MK-3, F130G, FM-30K oraz B-2. Masy do badań przygotowano

zgodnie z recepturą zalecaną przez wytwórcę żywic. Proces przygotowania mas przebiegał następująco.

Do mieszarki wsypywano odważoną (3 kg) porcję piasku kwarcowego i włączano mieszarkę, wlewając 30 g wody. W trakcie mieszania równomiernie dozowano utwardzacz. Po dodaniu utwardzacza mieszano 2 minuty. Następnie dodawano żywicę i całość mieszano 5 minut. Z tak przygotowanych mas formowano kształtki do pomiaru wytrzymałości na rozciąganie, zginanie i ściskanie.

4. BADANIA WSTĘPNE

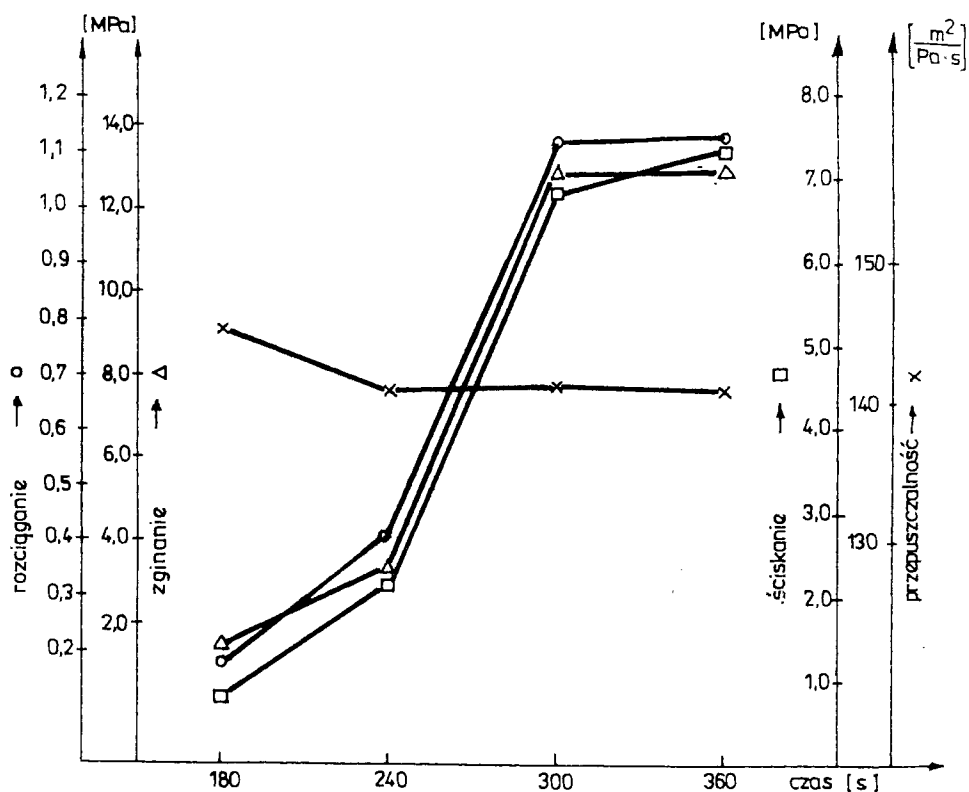
Badania przeprowadzone w procesie mikrofalowego określania wilgotności mas formierskich [1,2,3] wykazały, iż proces suszenia przebiega najintensywniej wtedy, gdy w mieszaninie zawarta jest pewna porcja wody (1-3%). Zawartość wody intensyfikuje proces suszenia. Mieszaniny piasku kwarcowego i żywicy bez dodatku wody, utwardzane w mikrofalach nie osiągnęły odpowiednich właściwości wytrzymałościowych. Dodatek 0,5% wody poprawił proces utwardzania w mikrofalach, jednak skutek tego utwardzania był jeszcze niezadawalający. Dodatek wody zwiększono więc do 1%. Dopiero ta ilość wody w mieszaninie piasku kwarcowego i żywicy dawała pozytywne rezultaty utwardzenia próbek. Wszystkie pozostałe badania utwardzania mas z żywicami przeprowadzono dodając do nich 1% wody.

5. BADANIA UTWARDZANIA PRÓBEK Z PIASKU KWARCOWEGO I ŻYVIC TERMOUTWARDZALNYCH [4,5]

Aby zapewnić właściwą pracę magnetronu (nie spowodować jego uszkodzenia w końcowej fazie utwardzania), do komory grzewczej wkładano jednocześnie po trzy próbki: do pomiaru wytrzymałości na rozciąganie, zginanie i ściskanie. Próbki te miały następujące wymiary:

- do pomiaru na rozciąganie: kształt ósemkowy o przekroju w najcieńszym miejscu 22,36 x 22,36 mm;
- do pomiaru na zginanie: kształt prostopadłościanu o długości $L = 172$ i przekroju poprzecznym 22,36 x 7 mm;
- do pomiaru na ściskanie: próbki walcowe o wysokości $h = 50 \pm 1$ mm i średnicy $50 \pm 0,8$ mm.

W pierwszej fazie badań należało dobrać właściwy czas utwardzania próbek. W tym celu przeprowadzono badania, których przykładowe wyniki przedstawiono graficznie na rysunku 2.



Rys. 2. Zależności wytrzymałości i przepuszczalności w funkcji czasu grzania w mikrofalach

Do badań użyto mieszaniny piasku kwarcowego „Grudzeń Las” oraz szeroko stosowanej w odlewnictwie żywicy fenolowo-mocznikowo-formaldehadowo-furfurylowej o symbolu F130G. Czasy suszenia wynosiły odpowiednio: 1,2,3,4,5 i 6 minut. W czasie grzania w mikrofalach wynoszącym 1 i 2 minuty próbki te nie zostały utwardzone, a więc niemożliwe było przeprowadzenie pomiarów ich właściwości mechanicznych. Dopiero próbki utwardzane w czasie 3 minut można było poddać próbom wytrzymałościowym. Jednak i one najpierw

ulegały dużym odkształceniom plastycznym, a dopiero później były niszczone. Ich właściwości mechaniczne były niewielkie.

Zwiększenie czasu grzania w mikrofalach do 4 minut poprawiło tylko nieznacznie właściwości wytrzymałościowe próbek. Dopiero podwyższenie czasu grzania do 5 minut spowodowało duży wzrost wytrzymałości próbek.

Zwiększenie czasu grzania do 6 minut nie spowodowało wyraźnego wzrostu właściwości wytrzymałościowych.

Jak widać z wykresu na rys. 2, przepuszczalność próbek utwardzonych w mikrofalach w czasach 4,5 i 6 minut nie ulegała zmianie.

Temperaturą, jaką osiągnęły próbki grzane przez 5 minut wynosiła około 110°C.

Producent żywicy F130G, Zakłady Tworzyw Sztucznych ERG w Pustkowie, zalecają utwardzanie kształtek w temperaturze 180-260°C.

Do dalszych badań przyjęto 5 minut jako czas utwardzania próbek w komorze mikrofalowej.

W celu porównania wytrzymałości próbek utwardzanych w mikrofalach i konwencjonalnie wykonywano po sześć próbek na rozciąganie, zginanie i ściskanie ze wszystkich badanych mas. Po trzy z każdego rodzaju próbek utwardzono w komorze mikrofalowej przez 5 minut, a pozostałe w piecu oporowym o temperaturze 230°C również w czasie 5 minut. Przykładowe wyniki pomiaru wytrzymałości próbek z masy z żywicą F130G, utwardzanych mikrofalowo i w piecu oporowym przedstawiono w tabeli 1.

Próbki w piecu oporowym, jak i w komorze mikrofalowej, utwardzono po wyjęciu z dzielonych metalowych foremek lub z dzielonej tulejki.

Jak widać z przeprowadzonych badań, większe wytrzymałości na rozciąganie i zginanie dla przykładowo przedstawionego rodzaju żywicy miały próbki utwardzane w piecu oporowym. Natomiast dużo większą wytrzymałość na ściskanie uzyskały próbki utwardzane w mikrofalach.

6. PODSUMOWANIE

Na podstawie wyników przeprowadzonych badań można stwierdzić, że masy z żywicami termoutwardzalnymi, przeznaczonymi do procesu gorącej rdzennicy mogą być utwardzane mikrofalowo. Proces mikrofalowego utwardzania mas z takimi żywicami zachodzi w niższych temperaturach niż w procesie gorącej rdzennicy. Na proces utwardzania ma wpływ efekt termiczny związany z zamianą części energii mikrofalowej na ciepło, jak i efekt

Skład masy: Piasek kwarcowy Grudze - 3000 g
 żywica F 130 G - 90 g
 utwardzacz A M - 13,5 g
 silan A 1102 - 0,45 g
 woda - 30 g

Tabela nr

t/p.	Wytężalność [MPa]						Przepuszczalność P^u [$m^2 / Pa \cdot s$]			Parametry utwardzania		Uwagi
	Na rozciąganie - R_m^u		Na zginanie - R_g^u		Na ściskanie - R_c^u		Pomiar	Średni	Czas [s]	Temp [°C]		
	Pomiar	Średni	Pomiar	Średni	Pomiar	Średni						
Próbki utwardzane w piecu												
1	1,52		20,2		4,28		140					Próbki całkowicie utwardzone Niszczono prawidłowo Kolor ciemno szary
2	1,42	1,50	18,9	19,76	4,03	4,26	143	142,0	300	230		
3	1,57		19,7		4,48		146					
Próbki utwardzane w mikrofalach												
1	1,15		13,1		6,83		146					Próbki całkowicie utwardzone Niszczono prawidłowo Kolor szary
2	1,09	1,12	12,8	12,8	7,03	6,86	139	142,0	300	~110		
3	1,12		12,5		6,73		141					

nietemperaturowy związany z rezonansowym pobudzeniem do drgań tworzących się łańcuchów polimerowych. Zwiększenie mocy wejściowej i jednorodności pola elektromagnetycznego skróci czas utwardzania w mikrofalach. Pozwala to na podjęcie próby opracowania mikrofalowego systemu grzewczego umożliwiającego skuteczne, szybkie i jednorodne utwardzenie piasku i żywic wewnątrz dielektrycznej rdzennicy.

LITERATURA

1. Litwin R., Suski M., Technika mikrofalowa, Warszawa 1972.
2. Microwave Processing and Engineering, ed. by R.V. Decareau and R.A. Peterson, Publ. Ellis Horwood Ltd, Chichester, England.
3. Pigiel M., Granat K., Zastosowanie mikrofalowego nagrzewania w odlewnictwie, Krzepnięcie metali i stopów, II Międzynarodowa Konferencja Odlewnicza, Żilina 2-5.07.1997
4. Lewandowski L., Masy formierskie i rdzeniowe, PWN, Warszawa 1991.
5. Lewandowski L., Materiały formierskie, Laboratorium, skrypt uczelniany 1008, AGH Kraków 1986.