

METODA BADANIA WŁAŚCIWOŚCI POWŁOK CERA- MICZNYCH STOSOWANYCH NA MODELE Z POLISTYRENU SPIENIONEGO W TECHNOLOGII PEŁ- NEJ FORMY

Zygmunt FAŁĘCKI*, Wiesław JANKOWSKI**, Artur WOJTASZEK***,
Jacek ŻURAKOWSKI****

* prof. dr hab. inż., Kierownik Katedry, ** dr inż., adiunkt, **** mgr inż., doktorant –
Katedra Technologii Form Odlewniczych, Wydział Odlewnictwa Akademii Górni-
czo-Hutniczej, 30-059 Kraków, ul. Reymonta 23

*** mgr inż., spec. ds. technologii, Przedsiębiorstwo Produkcyjno-Handlowo-Usługowe
ERG-ODLEW sp. z o.o., 32-050 Skawina, ul. Radziszowska 11

Wstęp

Technologie odlewnicze, wykorzystujące modele z polistyrenu spienionego (lub innych, podobnych tworzyw), charakteryzują się wieloma zaletami, przede wszystkim technologicznymi, ekonomicznymi, a także ekologicznymi. Wykonywanie modeli polistyrenowych jest znacznie mniej energochłonne i pracochłonne, aniżeli modeli z tradycyjnych tworzyw. Prawdłowo zaprojektowany model niedzielony eliminuje powierzchnie podziału i zalewki na odlewach; ogranicza to w sposób istotny ręczną obróbkę wykańczającą odlewów i minimalizuje ich obróbkę mechaniczną. Stosowanie podciśnienia w formie, w czasie jej zalewania i stygnięcia odlewów, stwarza efektywne możliwości wychwytywania produktów gazowych rozpadu modeli. Gazy te mogą być następnie neutralizowane, lub pochłaniane przez odpowiednie substancje, co nadaje technologii cechy ekologiczne.

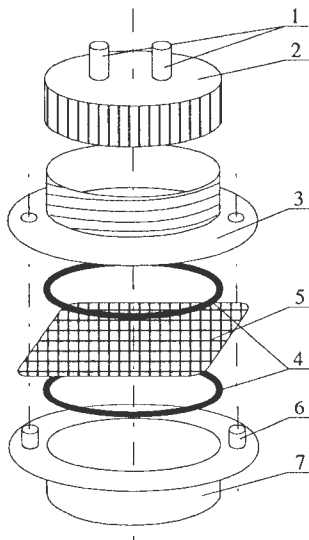
Charakterystykę procesu pełnej formy, jej odmiany oraz wybrane zagadnienia, decydujące o możliwości zastosowania procesu pełnej formy, takie jak: materiały stosowane na modele, metody wytwarzania modeli, ceramiczne powłoki ogniotrwałe na modele, wykonywanie zestawów modelowych, ich formowanie i zalewanie, zalety procesu przedstawiono między innymi w pracach [1, 5, 6, 7, 8].

W technologii pełnej formy pokrycie modelu z polistyrenu spienionego ceramiczną powłoką ogniotrwałą odgrywa kluczową rolę i decyduje o jakości wykonywanych odlewów. Od powłoki ogniotrwałej wymaga się z jednej strony odpowiedniej

wytrzymałości, z drugiej – odpowiedniej przepuszczalności produktów gazowych, powstających w wyniku destrukcji cieplnej modelu. Szersze omówienie tych zagadnień przedstawiono w pracy [3]. W referacie podjęto próbę określenia kryteriów oceny technologicznej przydatności tych powłok i zaproponowano metodę badań.

Badania własne

Celem pracy było zbadanie i porównanie właściwości technologicznych ceramicznych powłok ogniotrwałych, tzn. przepuszczalności i wytrzymałości, stosowanych na modele z polistyrenu spienionego w technologii pełnej formy.



Rys. 1. Schemat przyrządu do pomiaru przepuszczalności i wytrzymałości [4]: 1 – króćce wlotu i wylotu sprężonego powietrza, 2 – nakrętka do pomiaru wytrzymałości, 3 – korpus górny, 4 – podkładki uszczelniające, 5 – siatka pomiarowa, 6 – sworznie ustalające, 7 – korpus dolny do mocowania przyrządu w aparacie do pomiaru przepuszczalności

Fig. 1. Schematic diagram of apparatus used for the permeability and strength measurements [4]: 1 – compressed air inlet and outlet fittings, 2 – screw cap for strength measurement, 3 – upper body, 4 – packing washer, 5 – measuring grid, 6 – locating pins, 7 – lower body fixing the device in the apparatus for permeability measurement

Metodyka badań

Do badań wytrzymałości i przepuszczalności ceramicznych powłok ogniotrwałych zastosowano metodę opracowaną i opisaną w pracy [4]. Skonstruowano i wykonano przyrząd, umożliwiający współpracę z aparatem do oznaczania przepuszczalności mas formierskich (typu LPiR1, lub podobnym). Schemat przyrządu przedstawiono na rysunku 1.

Zasada pomiaru polega na naniesieniu przez zanurzenie warstwy (warstw) powłoki ceramicznej na metalową siatkę pomiarową i jej utwardzeniu. Następnie tak przygotowaną siatkę umieszcza się w przyrządzie pomiarowym (pomiędzy jego korpusami: dolnym i górnym – vide rysunek 1), a całość mocuje się w aparacie do pomiaru przepuszczalności. Po dokonaniu pomiaru przepuszczalności, na górną część przyrządu nakręca się nakrętkę; do jednego króćca nakrętki podłącza się dopływ sprężonego powietrza, a do drugiego – manometr mierzący ciśnienie powietrza (P) wewnątrz przyrządu. Zwiększa się stopniowo ciśnienie powietrza doprowadzonego do komory pomiarowej, które oddziałuje na powłokę ceramiczną umieszczoną na siatce. Zniszczenie powłoki ceramicznej nawet w obszarze jednego oczka siatki uwidacznia się zatrzymaniem wzrostu, a następnie spadkiem ciśnienia powietrza (P) w komorze pomiarowej przyrządu.

Aby umożliwić porównywanie wytrzymałości badanych, różnych powłok, opracowano odpowiednie wskaźniki:

$$W_R = P/A \quad (1)$$

gdzie: W_R – wskaźnik wytrzymałości warstw, przeliczony dla całej powierzchni oczek siatki, kG;

P. – ciśnienie wewnątrz przyrządu pomiarowego, kG/cm²;

A – powierzchnia wszystkich oczek siatki pomiarowej, dla zastosowanej w badaniach siatki wynosiła ona ok. 13,0 cm².

$$W_{R1} = P/a \quad (2)$$

gdzie: W_{R1} – wskaźnik wytrzymałości warstw przeliczony dla powierzchni jednego oczka siatki, kG;

a – powierzchnia jednego oczka siatki pomiarowej, dla zastosowanej w badaniach siatki wynosiła ona ok. 0,004 cm².

Do badań zastosowano kilkanaście rodzajów powłok ceramicznych, których skład oparty był na następujących materiałach:

1. Osnowa ziarnowa

- ◆ mączka kwarcowa, poddana obróbce termicznej w temperaturze 600 °C,
- ◆ mączka kwarcowa, poddana obróbce termicznej w temperaturze 1000 °C,
- ◆ mączka cyrkonowa,
- ◆ mulit;

2. Spoiwo

- ◆ zhydrolizowany krzemian etylu – 40,
- ◆ spoiwo krzemianowo – kopolimerowe,
- ◆ sizol 0-30;

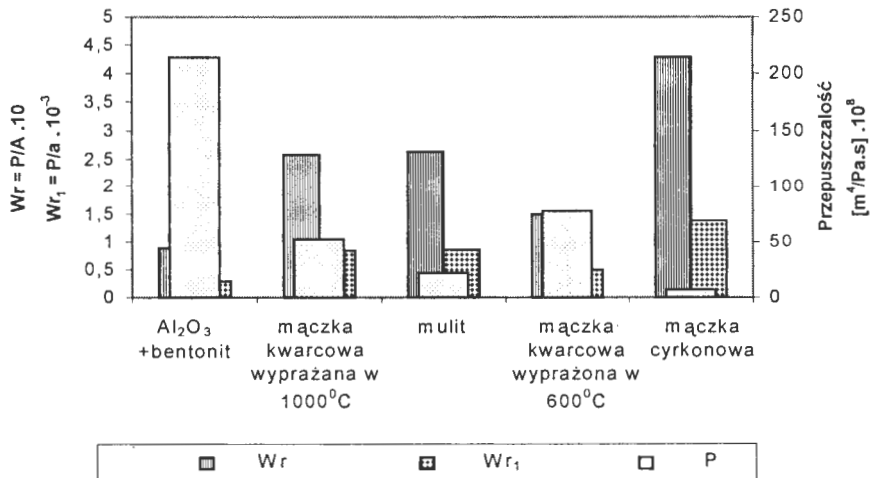
3. Badano też warstwy ceramicznej powłoki o składzie [2]:

- ◆ mączka Al_2O_3 (90 %) + bentonit (10 %), ze spoiwem wodno – alkoholowym, które składało się z wody i alkoholu etylowego w stosunku 1:1, w ilości 80–100 % wagowych, w stosunku do osnowy.

Grubość badanych powłok wynosiła: jednowarstwowych – $1,0 \pm 0,1$ mm, dwuwarstwowych – $1,5 \pm 0,1$ mm.

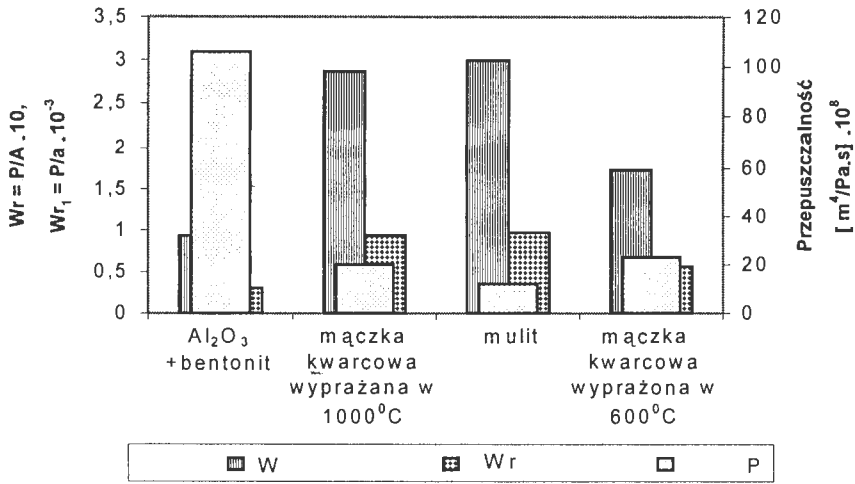
Wyniki badań

Na wykresach na rysunkach 2 do 6 przedstawiono graficznie zależności porównawcze uzyskanych wyników pomiarów.



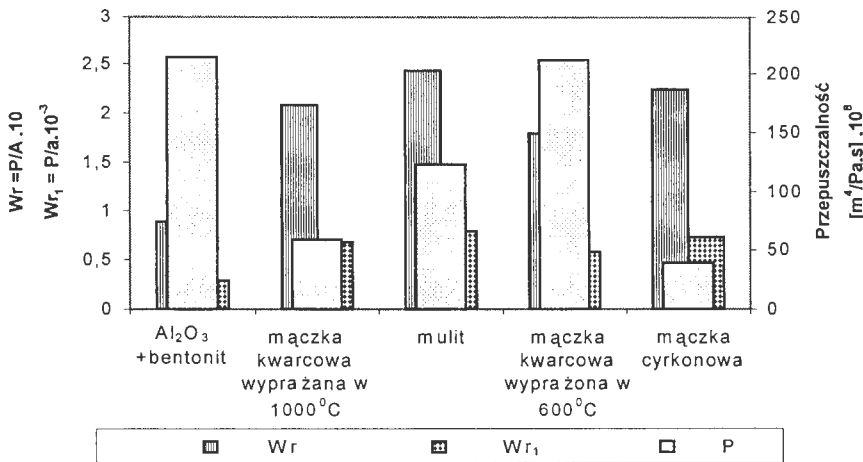
Rys. 2. Zależność W_R , W_{R1} i przepuszczalności dla 1-warstwowej powłoki od rodzaju stosowanej osnowy; spoiwo: zhydrolizowany krzemian etylu – 40.

Fig. 2. Dependence of W_R , W_{R1} and permeability of single-layer coating on the base material type; binder: hydrolyzed ethyl silicate – 40



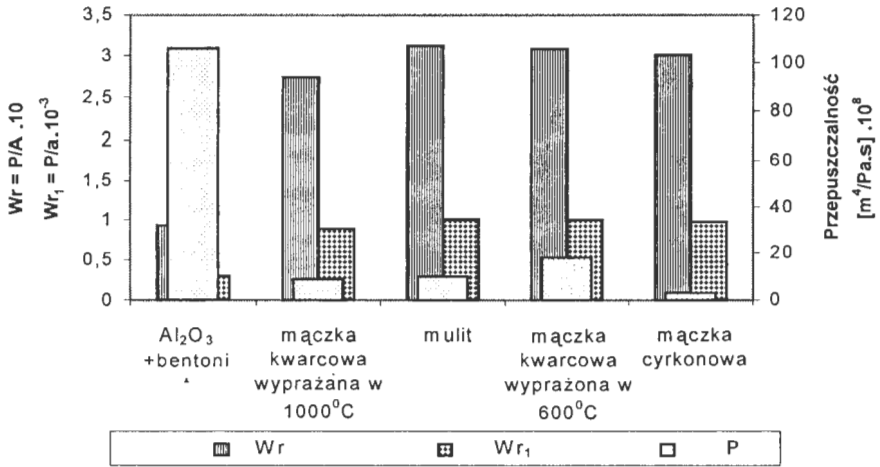
Rys. 3. Zależność W_R , W_{R1} i przepuszczalności dla 2-warstwowej powłoki od rodzaju stosowanej osnowy; spoiwo: zhydrolizowany krzemian etylu – 40

Fig. 3. Dependence of W_R , W_{R1} and permeability of double-layer coating on the base material type; binder: hydrolyzed ethyl silicate – 40



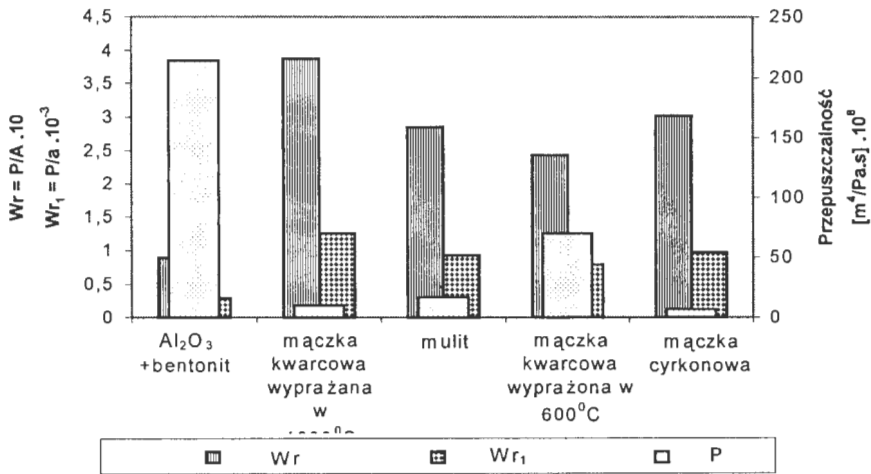
Rys. 4. Zależność W_R , W_{R1} i przepuszczalności dla 1-warstwowej powłoki od rodzaju stosowanej osnowy; spoiwo krzemianowo-kopolimerowe

Fig. 4. Dependence of W_R , W_{R1} and permeability of single-layer coating on the base material type; binder: silicate-copolymer



Rys. 5. Zależność W_R , W_{R1} i przepuszczalności dla 2-warstwowej powłoki od rodzaju stosowanej osnowy; spoiwo krzemianowo-kopolimerowe

Fig. 5. Dependence of W_R , W_{R1} and permeability of double-layer coating on the base material type; binder silicate-copolymer



Rys.6. Zależność W_R , W_{R1} i przepuszczalności dla 1-warstwowej powłoki od rodzaju stosowanej osnowy; spoiwo: Sizol 0-30

Fig.6. Dependence of W_R , W_{R1} and permeability of single-layer coating on the base material type; binder: Sizol 0-30

Zakończenie

Przeprowadzone badania wykazały pełną przydatność metody i aparatu do badania wytrzymałości i przepuszczalności warstw ceramicznych powłok ogniotrwałych, stosowanych na modele z polistyrenu spienionego w technologii formy pełnej. Sam pomiar jest łatwy i szybki, nie wliczając czasu nanoszenia i utwardzania warstw powłoki, który jest charakterystyczną wielkością technologii.

Badaniami objęto kilkanaście różnych powłok. Różniły się one rodzajem spoiwa i rodzajem stosowanej osnowy. Powłoki nakładane były jako jedna lub dwie warstwy. Z badań wynika, że zwiększenie ilości warstw powłoki nie wpływa w znacznym stopniu na jej wytrzymałość, a jednocześnie powoduje zauważalne obniżenie przepuszczalności danej powłoki.

Przy doborze ceramicznej powłoki ogniotrwałej na modele z polistyrenu spienionego należy zwrócić uwagę na rodzaj zalewanego stopu, grubość ścianki odlewu i jego kształt geometryczny – co decyduje o możliwości i celowości zastosowania danej powłoki. Na tym tle, jak też na podstawie innych badań [9, 10] można powiedzieć, że w przypadku zalewania metodą pełnej formy np. stopów Al wydziela się znacznie mniejsza objętościowo ilość gazów z modelu polistyrenowego, aniżeli w przypadku zalewania stopów o wyższej temperaturze (np. stopów Fe). W związku z tym, powłoki stosowane na modele z polistyrenu spienionego dla stopów Al mogą wykazywać zarówno mniejszą przepuszczalność, jak też mniejszą wytrzymałość. Decydującym wobec tego przy wyborze rodzaju powłoki jest czynnik ekonomiczny. Dlatego, z przebadanych powłok, można zasugerować zastosowanie dla stopów Al jednowarstwowych powłok na osnowie mączki kwarcowej – poddanej obróbce termicznej z różnymi spoiwami (sizol 0-30, spoiwo krzemianowo – kopolimerowe, zhydrolizowany krzemian etylu), lub jednowarstwowych powłok na osnowie mączki Al_2O_3 + bentonit ze spoiwem wodno – alkoholowym.

Literatura

- [1] Clegg A.J.: *Evaporative Pattern Casting – a Review of Recent Developments and Progress*. Foundry Trade Journal International, t. 14 (1991) nr 2, s. 72, 74, 76, 78–83.
- [2] Fałęcki Z., Mocek J.: *Powłoka ochronna na bazie Al_2O_3 dla form wilgotnych*. Mat. II Międzyn. Konf. pt.: „Nowoczesne technologie Odlewnicze – Ochrona Środowiska”. Kraków 1997, s. 125–130.
- [3] Jankowski W.: *Kryteria oceny ceramicznych powłok ogniotrwałych dla procesu pełnej formy*. Mat. VIII Międzyn. Konf. Nauk.-Techn. pt.: Tendencje rozwojowe w procesach produkcyjnych. Sekcja III. Zielona Góra, 1997, s. 247–251.
- [4] Jankowski W.: *Praca statutowa nr 11.170.229.*, finansowana przez KBN. Wyd. Odlewnictwa AGH w Krakowie 1997–1998.

- [5] Jankowski W., Żółkiewicz Z.: *Główne czynniki technologiczne w procesie pełnej formy*. Przegląd Odlewnictwa, t. 47 (1997) nr 1, s. 7–10.
- [6] Lessiter M.J.: *Expendable Pattern Casting – State of the Process*. Modern Casting, t. T. 84 (1994) nr 1, s. 36–38.
- [7] Lessiter M.J.: *Lots of Activity Taking Place Among Lost Foam Job Shops*. Modern Casting, t. 87 (1997) nr 4, s. 28–31.
- [8] Šuljak V.S.: *Nekotoryje tehnologičeskie aspekty litia po gazificirujemym modelam*. Litejnoje Proizvodstvo, (1996) nr 1, s. 15–17.
- [9] Żółkiewicz Z., Jankowski W.: *Effect of the density of polystyrene pattern and of evaporation temperature on the kinetics of gas evolution in the full mould process*. Acta Metallurgica Slovaca, t. 4 (1998) nr 2, s. 83–87.
- [10] Żółkiewicz Z., Jankowski W.: *Effect of temperature on the volume and rate of gas emission from polystyrene pattern evaporated in the full mould process*. Archives of Metallurgy, t. 44 (1999), nr 1, s. 111–118.

Recenzował: prof. dr hab. inż. Józef Dańko