

Wybijalność mas ze szkłem wodnym modyfikowanym nanocząstkami MgO

A. Kmita¹, B. Hutera²

^{1,2}AGH Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie
Reymonta 23, 30-059 Kraków, Polska

¹akmita@agh.edu.pl (adres do korespondencji)

Otrzymano 20.11.2014; zaakceptowano do druku 12.12.2014

Streszczenie

Przedmiotem pracy była modyfikacja szkła wodnego 5% mas. koloidalnym roztworem nanocząstek MgO w propanolu i dokładnej homogenizacji spoiwa. Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu modyfikacji szkła wodnego na wytrzymałość końcową na ściskanie R_c^{tk} oraz wybijalność mas z tym spoiwem oznaczonymi w próbie technologicznej zalecanej przez polską normę PN-85/H-11005. Wykazano, że zastosowana modyfikacja korzystnie wpływa na przebieg krzywej R_c^{tk} , powodując przesunięcie występowania II maksimum wytrzymałości masy w kierunku wyższych wartości temperatury. Pozytywne oddziaływanie zastosowanej modyfikacji szkła wodnego potwierdzone zostało próbami technologicznymi, w których stwierdzono poprawę wybijalności tych mas o 50% w porównaniu z wybijalnością mas ze szkłem wodnym niemodyfikowanym.

Słowa kluczowe: innowacyjne materiały, technologie odlewnicze, modyfikacja szkła wodnego; nanocząstki MgO; wytrzymałość końcowa na ściskanie, wybijalność

1. Wstęp

Masy ze szkłem wodnym należą do grupy ekologicznych mas formierskich. Jednak z uwagi na ich negatywne cechy technologiczne między innymi: kruchość, złą wybijalność, słabą zdolność do regeneracji mechanicznej [1-4] nie są w pełni wykorzystywane w przemyśle odlewniczym. W technologii mas formierskich z udziałem szkła wodnego wymagane jest zapewnienie optymalnych właściwości rdzeni i form, przy równoczesnym zmniejszeniu ich wytrzymałości końcowej w szerokim zakresie temperatury (od około 100 do 1200 °C), co poprawia wybijalność masy [1-4].

Według autora pracy [4] złą wybijalność mas ze szkłem wodnym spowodowana jest wieloma czynnikami. Jednym z nich jest silne nagrzanie się masy (zwykle powyżej 800 - 900 °C) w warstwach formy będących w bezpośrednim kontakcie

z powierzchnią odlewów żeliwnych lub stalowych. W wyniku tego szkło wodne przechodzi w zeszkloną masę o bardzo dużej wytrzymałości [4].

Aby poprawić wybijalność masy ze szkłem wodnym należy stworzyć takie warunki, w których masa w temperaturze wybijania będzie charakteryzowała się możliwie najmniejszą wytrzymałością minimalną wytrzymałością. Przy ocenie wybijalności zawsze należy uwzględnić temperaturę usuwanej masy. Często zdarza się, że te same odlewy wybijane są w różnej temperaturze i wówczas oznaczanie tego parametru jest niejednoznaczne [3]. Innym ważnym parametrem, który należy uwzględnić przy ocenie wybijalności mas jest stopień przegrzania masy w zależności od grubości ścianki odlewu [3,5]. Konieczność uwzględnienia wielu czynników, które ulegają zmianie w trakcie procesu wykonywania odlewów, sprawia, że nie jest możliwa jednoznaczna ocena wybijalności masy. Dlatego też funkcjonuje kilka metod oznaczania wybijalności masy. Należą do nich: metoda oparta na

pomiarach wytrzymałości w podwyższonej temperaturze R_c^t oraz wytrzymałości końcowej R_c^{tk} , próba technologiczna zalecana przez polską normę PN-85/H-11005, metoda: rosyjska, francuska [3].

Wszystkie proponowane metody oznaczania wybijałości należy traktować z pewną dozą ostrożności w prognozowaniu późniejszej wybijałości masy w przypadku konkretnych odlewów.

Analiza literatury oraz wyniki badań przedstawione w pracach [6, 7], wykazały, że najbardziej efektywną poprawę jakości mas ze szkłem wodnym uzyskuje się poprzez modyfikację spoiwa.

Postęp w zakresie nanotechnologii mający miejsce w ostatnich latach powoduje, że coraz częściej nanomateriały wykorzystuje się w wielu dziedzinach przemysłu w tym także w odlewnictwie. Nanocząstki wprowadzane do spoiwa mogą z nim wchodzić w reakcje chemiczne lub fizykochemiczne modyfikując ich wybrane właściwości [6, 7].

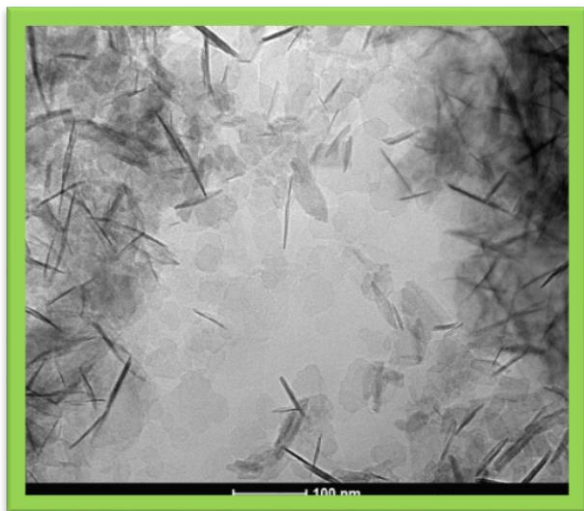
W opisanym eksperymencie podjęto próbę modyfikacji szkła wodnego koloidalnym roztworem nanocząstek MgO w propanolu [6, 7]. Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu modyfikacji szkła wodnego na wybijałość mas określoną metodą: wytrzymałość końcową na ściskanie R_c^{tk} lub według polskiej normy PN-85/H-11005.

2. Część doświadczalna

Do modyfikacji wytypowano szkło wodne sodowe: „R 145” produkcji Zakładów Chemicznych Rudniki o module $M=2,5$ i gęstości $d^{20}=1470 \text{ kg/m}^3$.

Modyfikatorem spoiwa był koloidalny roztwór nanocząstek tlenku magnezu MgO w propanolu (rys. 1) otrzymanych w procesie anodowego rozpuszczania metali [8, 9].

Modyfikacja polegała na wprowadzeniu 5% mas. koloidalnego roztworu nanocząstek MgO w propanolu o stałym stężeniu wynoszącym 0,3 mola i dokładnej homogenizacji mieszaniny.



Rys. 1. Morfologia nanocząstek MgO syntetyzowanych na drodze elektrochemicznej w procesie anodowego rozpuszczania metali [8, 9]

Badane masy zawierały:

- piasek kwarcowy „Szcakowa” – 100 cz. wag.
- spoiwo – 3 cz. wag.
- modyfikator: 5% mas. nanocząstek MgO w propanolu,
- utwardzacz estrowy (Flodur 3) – 10% w stosunku do spoiwa do badań wybijałości według PN, lub jego brak w przypadku badań wybijałości metodą wytrzymałości końcowej R_c^{tk} .

Z mas do badań wybijałości sporządzano próbki cylindryczne, które utwardzono w warunkach otoczenia przez 24 h.

Próbki do badań wytrzymałości końcowej na ściskanie R_c^{tk} wygrzewanie były w zakresie temperatury od 100 do 1200 °C przez określony czas i chłodzone wraz z piecem do temperatury otoczenia, a następnie poddawane badaniom wytrzymałości na ściskanie.

W metodzie technologicznej zalecanej przez polską normę PN-85/H-11005 miarą wybijałości jest praca wybicia L_w rdzenia z odlewu.

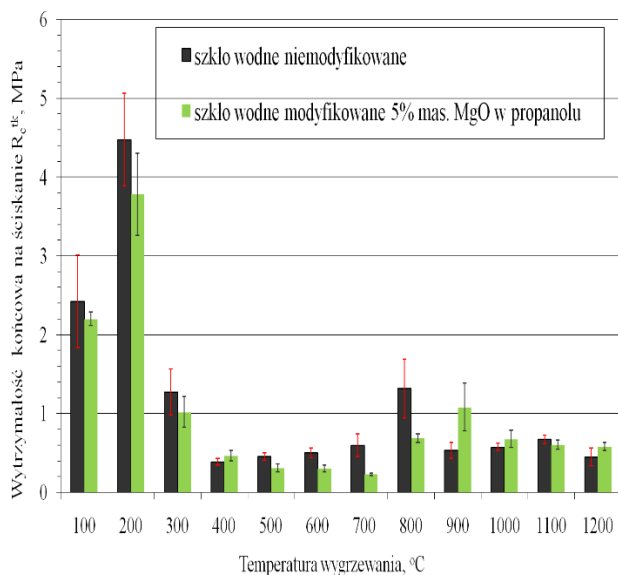
3. Wyniki badań i dyskusja

3.1. Badania wytrzymałości końcowej na ściskanie R_c^{tk}

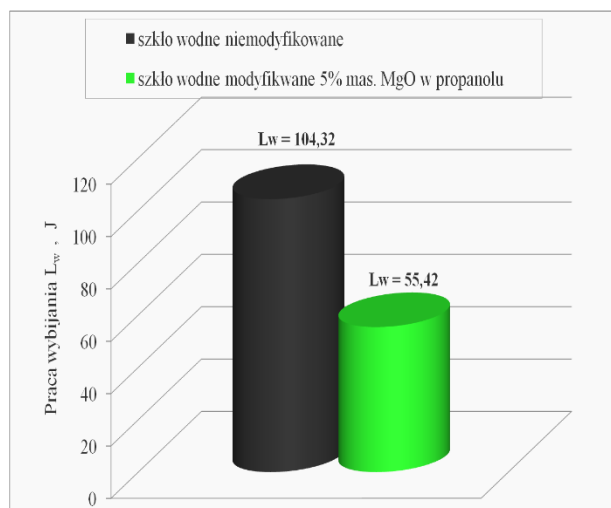
Na rysunku 2 przedstawiono przebieg krzywej R_c^{tk} oznaczony dla mas ze szkłem wodnym niemodyfikowanym oraz modyfikowanym 5% mas. koloidalnego roztworu nanocząstek MgO w propanolu. Jak widać w temperaturze 200 °C występuje charakterystyczne I maksimum wytrzymałości masy ze spoiwem niemodyfikowanym i modyfikowanym wynoszące odpowiednio: ok. 4,5 MPa i 3,7 MPa. Charakterystyczne w tego typu pomiarach jest występowanie II maksimum wytrzymałości masy. Występujące zwykle w temperaturze ok. 800 °C ulega przesunięciu (dla spoiwa niemodyfikowanego; $R_c^{tk} = 1,4 \text{ MPa}$) do temperatury około 900 °C (dla spoiwa modyfikowanego; $R_c^{tk} = 1 \text{ MPa}$) co jest korzystne z technologicznego punktu widzenia.

3.2. Próba technologiczna oznaczania wybijałości mas zalecana przez polską normę PN-85/H-11005

Na rysunku 3 zestawiono wyniki wartości pracy wybicia rdzenia L_w , wykonanych z sypekich mas samoutwardzalnych (SMS) ze spoiwem niemodyfikowanym i modyfikowanym. Przeprowadzone badania wykazały, że rdzenie wykonane z mas ze szkłem wodnym modyfikowanym wybijają się łatwiej aniżeli rdzenie wykonane z mas ze szkłem wodnym niemodyfikowanym. Praca wybicia L_w mas ze szkłem wodnym niemodyfikowanym wynosi około 104 J podczas gdy analogiczna wartość dla mas ze spoiwem modyfikowanym wynosi około 55 J, jest więc ona około 50% mniejsza.



Rys. 2. Wpływ temperatury wygrzewania na wytrzymałość końcową R_c^{tk} , mas ze spoiwem modyfikowanym koloidalnym roztworem nanocząstek MgO w propanolu. Utwardzane na powietrzu. Warunki utwardzania: $t_{ot} \approx 22$ °C; wilgotność $\approx 34\%$.



Rys. 3. Porównanie pracy wybijania L_w mas ze szkłem wodnym niemodyfikowanym i modyfikowanym koloidalnym roztworem nanocząstek MgO w propanolu. Warunki utwardzania: $t_{ot} \approx 22$ °C; wilgotność $\approx 34\%$.

4. Podsumowanie

Jak wynika z przedstawionych badań, zastosowana modyfikacja szkła wodnego koloidalnym roztworem nanocząstek MgO w propanolu polepsza wskaźnik wybijałości masy. Potwierdzają to równolegle przeprowadzone badania metodą R_c^{tk} oraz według polskiej normy PN-85/H-11005.

W przebiegu krzywej R_c^{tk} dla mas ze szkłem wodnym modyfikowanym (5% mas. nanocząstek MgO w propanolu), pojawia się II maksimum wytrzymałości końcowej R_c^{tk} przesunięte do wyższej temperatury ok. 900 °C w porównaniu z występowaniem analogicznego maksimum dla mas ze spoiwem niemodyfikowanym w 800 °C.

Znaczny spadek pracy wybijania L_w rdzeni z odlewu wynoszący około 50% dla mas ze spoiwem modyfikowanym tłumaczyć można zmianą struktury spoiwa po zabiegu modyfikacji nanocząstkami MgO w propanolu. Wskazują na to wyniki badań strukturalnych przedstawione we wcześniejszych pracach [6,7].

Podziękowania

Praca została częściowo wykonana w ramach pracy AGH nr 15.11.170.419.

Literatura

- [1] Zych, J. (2007). Behaviour of moulding sands with hydrophilic binders in dry air. *Archives of Foundry Engineering*, vol. 7, Issue 4
- [2] Zych, J. (2005). Optymalizacja technologii formy opartej na masach ze szkłem wodnym utwardzanych estrami. *Przegląd Odlewnictwa*, nr.12, s. 789-792
- [3] Lewandowski, J.L., (2007). *Tworzywa na formy Odlewnicze*. Wydawnictwo Akapit, Kraków 2007
- [4] Zych, J., Rola zagęszczenia w technologii formy opartej na masach ze szkłem wodnym lub spoiwem chemicznym
- [5] Knipp, E., (1953). Fehlererscheinungen an gussstücken. Ursachen Und vermeidung. Giesserei Verlag G.M.B.H., Dusseldorf
- [6] Kmita, A., (2014). *Modyfikacja szkła wodnego, jako spoiwa mas formierskich, nanocząstkami tlenków metali w rozpuszczalnikach organicznych*. Rozprawa doktorska, Kraków
- [7] Bobrowski, A., Kmita, A., Starowicz, M., Stypuła, B., Hutera, B. (2012). Effect of magnesium oxide nanoparticles on water glass structure. *Archives of Foundry Engineering*, vol. 12, iss. 3 s. 9–12
- [8] Stypuła, B., Banaś, J., Habdank-Wojewódzki, T., Krawiec, H., Starowicz, M. (2004). Polish Patent No. P-369 320
- [9] Starowicz, M. (2013). *Anodowe roztrawianie metali jako metoda otrzymywania nanocząstek metali i tlenków*. Monografia, ISBN 978-83-63663-27-8, Kraków

Knock Out Property of Moulding with Water Glass Modification by Nanoparticles of MgO

Abstract

Moulding sands with water glass belong to the group of environment friendly moulding sands. However, due to some disadvantageous technological properties of these sands, such as e.g. difficult knocking out and poor reclamation ability [1, 2], they are not widely applied in the foundry industry. Therefore numerous endeavours aimed at improving the quality of moulding sands with water glass are undertaken. Apart from the modification of the moulding sand matrix composition or controlling the hardening process the quality improvement of these sands can be achieved by means of binder modifications, either chemical or physicochemical. Reactions between water glass components and inoculants are essential in chemical processes. The progress of nanotechnologies occurring during last years, causes that nanomaterials are more and more often applied in several industries including also the foundry industry. Nanoparticles introduced into a binding material can react with it influencing and modifying its selected properties.

The subject of the study is the water glass modification by the colloidal solution of MgO nanoparticles in propanol [3]. The aim of the performed investigations is the determination of the binder modification influence on the final compression strength R_c^{tk} and knock out property of moulding sands with the modified water glass (marked in the technological test according to the Polish standard: PN-85/H-11005).