

ZAWARTOŚĆ WODORU W ODLEWACH Z ŻELIWA SZAREGO WYKONANYCH TECHNOLOGIĄ MODELI ZGAZOWYWANYCH

HYDROGEN CONTENT IN GREY IRON CASTINGS MADE BY THE LOST FOAM PROCESS

Żółkiewicz Zdzisław, Żółkiewicz Marek

Instytut Odlewnictwa, ul. Zakopiańska 73, 30-418 Kraków, Polska

Streszczenie

Jednym z podstawowych parametrów, decydujących o prawidłowym przebiegu procesu cieplnego zgazowywania modeli, jest rodzaj oraz objętość gazów wydzielających się z modelu styropianowego w czasie trwania tego procesu. Proces zgazowywania modelu zachodzi w założonym przedziale temperatury. Objętość wydzielonych gazów jest zależna od temperatury, objętości modelu oraz masy modelu. Jednym z gazowych produktów cieplnego rozpadu modelu polistyrenowego jest wodór. Zawartość jego w całkowitej objętości gazów jest zależna od temperatury zgazowania modelu. Maksymalna zawartość wodoru w całkowitej objętości gazów może wynosić nawet około 10%. W badaniach określono wpływ produktów cieplnego rozpadu modelu styropianowego na właściwości metalu, zwłaszcza na zawartość wodoru w metalu. Jego zawartość określano w próbkach z żeliwa szarego wykonywanych metodą modeli cieplnie zgazowywanych. Wstępne wyniki badań przedstawiono na wykresach.

Słowa kluczowe: odlew, model, model z polistyrenu spienionego, styropian, temperatura, zgazowywanie

Abstract

One of the main parameters that determine the correct run of pattern evaporation process is the type and volume of gas evolved from a foamed polystyrene pattern during its evaporation. The process of pattern evaporation takes place within a preset range of temperatures. The volume of the evolved gas depends on the temperature, and on the pattern volume and weight. One of the gaseous products of the foamed polystyrene pattern decomposition is hydrogen. Its content in the total volume of the evolved gas depends on the temperature at which the pattern evaporation takes place. Maximum hydrogen content in the total volume of gas may reach even 10%. In the present studies the effect of the products of the thermal decomposition of a foamed polystyrene pattern on the metal properties, especially on the content of hydrogen in this metal, was determined. The content of hydrogen was determined in grey iron samples obtained by the lost foam process. The tentative results of the investigations were plotted in the form of diagrams.

Keywords: casting, pattern, pattern made of foamed polystyrene, temperature, evaporation

Metodyka badań

Badania wpływu produktów cieplnego rozpadu modelu polistyrenowego na właściwości metalu – zwłaszcza na zawartość wodoru w metalu, przeprowadzone zostały z wykorzystaniem modeli polistyrenowych o gęstości $25 \pm 2 \text{ kg/m}^3$. Do badań zawartości wodoru w żeliwie szarym, zastosowano analizator zawartości wodoru typ RH-402 Leco. Odlewy wykonano technologią modeli cieplnie zgasowywanych. W celach porównawczych wykonano odlewy z żeliwa szarego w formach metalowych o powtarzalnym wymiarze wnętrza $\varnothing 6 \times 52 \text{ mm}$ z możliwością otrzymania próbek do badania zawartości wodoru o wymiarze $\varnothing 6 \times 6 \text{ mm}$ (rys. 1).



Rys. 1. Forma do badania zawartości wodoru i azotu

Fig. 1. Mould for investigation of the hydrogen and nitrogen content

Zawartość wodoru w żeliwie szarym badano na próbkach wyciętych z powierzchni odlewu oraz w odległości 6 i 12 mm od powierzchni odlewu. Skład chemiczny żeliwa szarego i temperatura zalewania w trakcie badań nie ulegały zmianom.

Mechanizm przenikania gazu do ciekłego metalu

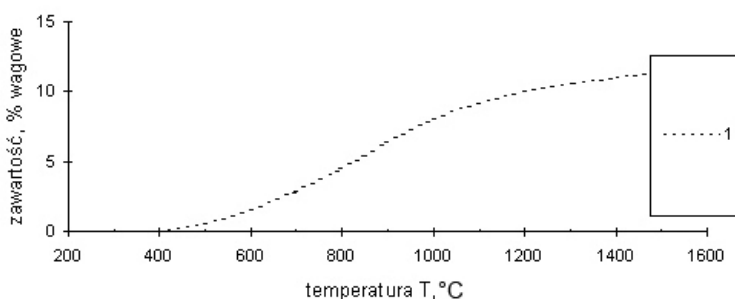
W czasie kontaktu metalu z gazem mogą zachodzić trzy zasadnicze procesy:

- adsorpcji – czyli tworzenie ciągłej warstwy gazów na powierzchni metalu,
- absorpcji – czyli procesu pochłaniania gazów w metalu (tworzenia mieszanin, związków chemicznych, roztworów); procesem odwrotnym jest desorpcja czyli wydzielanie gazów z metalu oraz
- dyfuzji – czyli przemieszczanie się atomów gazu do metalu.

Kinetyka przebiegu wymienionych procesów, wpływających na ilość gazu znajdującego się w metalu, jest ściśle powiązana z jego temperaturą. Szczególnie jest to ważne podczas zalewania metalu do formy. Szybkość zachodzących zjawisk na granicy metal-model-forma mają duży wpływ na ilość gazów przenikających do metalu. Podwyższenie temperatury wpływa na skrócenie czasu zgazowywania modelu, wzrost wydzielalności i ciśnienia gazów. Są to czynniki, które zachodzą w przestrzeni wnętrza formy podczas procesu zalewania formy ciekłym metalem – zamiana modelu polistyrenowego ze stanu stałego w gazowy z odprowadzeniem powstałych gazów na zewnątrz formy. Pomiar wielkości fizycznych przemian zachodzących w formie jest utrudniony, często niemożliwy.

W.I. Kasztanov i A.N. Gavryszew [1] opisali wpływ parametrów technologicznych na skład gazowych produktów cieplnego zgazowywania modelu styropianowego. Badania prowadzili na stanowisku badawczym wyposażonym w chromatograf ŁGM-8DZm I XT-8. Temperatura zalewania żeliwa wynosiła 1300°C. Określono wpływ szybkości zalewania na procentową zawartość gazów w produktach zgazowania modelu. Szybkość zalewania formy żelivem była zmienna w przedziale 1,5 do 5,5 cm/s. Zawartość wydzielonych gazów np. wodoru, azotu, tlenku i dwutlenku węgla była zależna od szybkości wypełnienia formy.

Proces wydzielania się gazów z modelu styropianowego z określeniem zawartości poszczególnych składników w całej objętości gazów został opisany przez A.I. Kobzara, E.G. Iwaniuka [2]. Autorzy przy pomocy chromatografu gazowego wykonali pirolizę polistyrenu i określili procentową zawartość poszczególnych składników gazu w zależności od temperatury rozpadu cieplnego badanego styropianu. Do badań wykorzystali odlewniczy styropian PSB-L o gęstości 22 kg/m³. Oznaczono zawartość wytypowanych gazów w spalinach, a wyniki przedstawiono na rysunku 2.



Rys. 2. Zawartość wodoru [2]

Fig. 2. Hydrogen content [2]

Wyniki badań

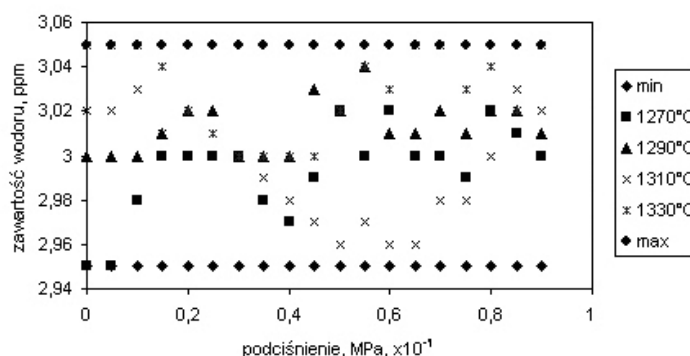
Do określenia zawartości wodoru w żelivie szarym wykorzystano formę testową pokazaną na rysunku 1 oraz urządzenie do wykonywania odlewów technologią modeli cieplnie zgazowywanych. Konstrukcja form badawczych umożliwia wykonanie odlewów

doświadczalnych przy ciśnieniu panującym we wnętrzu formy, równym ciśnieniu atmosferycznemu. Zapewnia również wytworzenie w formie stałego, zadanego podciśnienia. Forma badawcza wypełniona była w trakcieapełnienia jej ciekłym metalem, modelem styropianowym o powtarzalnej masie, kształcie i wymiarach oraz gęstości 20 kg/m^3 . Badania zawartości wodoru przeprowadzone zostały w odlewach testowych z żeliwa szarego.

W trakcie badań [3÷7], powtarzalne były parametry zalewania, kształt i przekroje układu wlewowego, czas i temperatura zalewania. Dla porównania określano zawartość badanych gazów w odlewach doświadczalnych uzyskanych w formach testowych, gdzie wnętrza formy podczas zalewania nie była wypełniona modelem styropianowym z wzorcem dostarczonym przez producenta urządzenia.

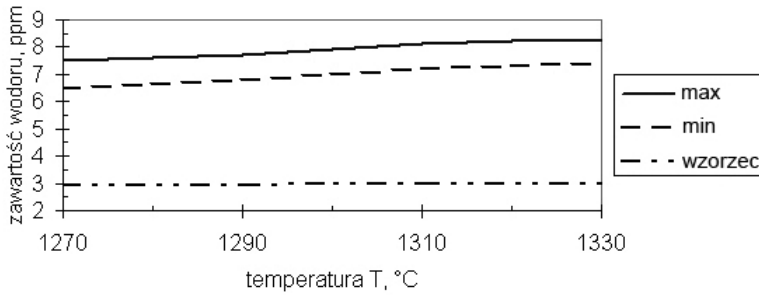
Na rysunkach 3÷5 przedstawiono otrzymane w trakcie badań zawartości wodoru w żeliwie szarym. Temperatura formy wynosiła $20^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$. Na wykresach przedstawione przedziały zawartości wodoru w żeliwie szarym o temperaturze zalewania od 1270°C do 1330°C , w zależności od zastosowanego podciśnienia w formie.

Na rysunku 3 przedstawiono zawartość wodoru w odlewach testowych wykonanych z żeliwa szarego zalewanym do formy testowej, na rysunku 4 zawartość wodoru w żeliwie szarym zalanym do formy wykonanej technologią modeli cieplnie zgazowywanych, a na rysunku 5 zawartość wodoru w żeliwie szarym w zależności od wartości podciśnienia w formie.



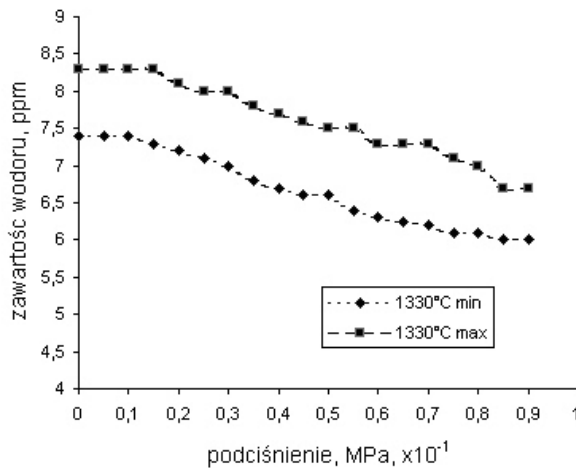
Rys. 3. Przedział zawartości wodoru (minimalny – maksymalny) w żeliwie szarym zalewanym do formy testowej

Fig. 3. The range of hydrogen content values (minimum – maximum) in grey iron cast into a test mould



Rys. 4. Przedział zawartości wodoru w żeliwie szarym zalanym do formy wykonanej technologią modeli cieplnie zgazowywanych

Fig. 4. The range of hydrogen content values in grey iron cast into a lost foam mould



Rys. 5. Przedział zawartości wodoru w żeliwie szarym w zależności od wartości podciśnienia w formie wykonanej technologią modeli cieplnie zgazowywanych

Fig. 5. The range of hydrogen content values in grey cast iron vs negative pressure in a lost foam mould

Omówienie wyników badań

W odlewie z żeliwa szarego wykonanym technologią modeli cieplnie zgazowywanych, zaobserwowano wzrost zawartości wodoru. Zawartość wodoru w odlewie otrzymanym w formie wypełnionej modelem polistyrenowym porównywano do zawartości tego gazu w próbkach wzorcowych dostarczanych przez producenta urządzenia. Podobne

zależności badano dla odlewów testowych wykonanych w formie metalowej nie wypełnionej modelem polistyrenowym. Zaobserwowano wzrost zawartości wodoru w odlewach wykonanych technologią modeli cieplnie zgazowywanych. Najwyższa zawartość wodoru, przekraczająca wartość 7 ppm, występuje w żeliwie zalanym do formy wypełnionej zgazowywanym modelem polistyrenowym. Z wzrostem wartości podciśnienia w formie obserwuje się zmniejszanie zawartości wodoru w metalu.

Podziękowanie

Wyniki badań uzyskano realizując projekt badawczy KBN nr 7 TO8B 011 09 pt. „Określenie wpływu wybranych gazów (N_2 , H_2) na ciekły metal w trakcie zgazowywania się modelu polistyrenowego w procesie pełnej formy”.

Autorzy chcą podziękować prof. dr hab. inż. Zbigniewowi Górnemu za cenne wskazówki przy realizacji badań.

Literatura

1. Kasztanov V.I., Gavryszev A.N.: Vlijanie tekhnologicheskikh faktorov na sostav produktov razlozenia gazoficiruемой modeli w litejnoj formie, Litejnoe Proizvodstvo, 1991, nr 1, s. 4-10
2. Kobzar A. I., Iwaniuk E.G.: Produkty termicheskoy destrukcii litejnogo penopolistyrola, Litejnoe Proizvodstvo, 1975, nr 7, s. 81-82
3. Śmiałowski M.: Wodór w stali, WNT, Warszawa 1961
4. Żółkiewicz Z., Jankowski W., Waclawik Z.: Effect of temperature on the volume and rate of gas emissions from polystyrene pattern evaporated in the full mould process, Archives of Metallurgy, Kraków 1999, t. 44, nr 1, s. 111-118
5. Żółkiewicz Z., Jankowski W., Żółkiewicz M., Wilk Jan.: Interaction Among liquid Metal, Pattern and Mold the Lost Foam Proces. Materials Engineering, Slovakia 2003, Vol. X, Issue 3, s. 295
6. Żółkiewicz Z., Jankowski W.: Wpływ temperatury na emisję gazów wydzielających się z modelu z polistyrenowego – styropianowego w procesie pełnej formy, The Second International Conference on Mechanization and Automation of Foundry AGH Kraków, November 1999, s. 169-174
7. Żółkiewicz Z.: Oddziaływanie produktów cieplnego zgazowywania modelu polistyrenowego na powierzchnię odlewu, Archives of Foundry – Archiwum Odlewnictwa 2004, rocznik 4, nr 11, ref. 99/11, s. 332-337
8. Żółkiewicz Z., Żółkiewicz M.: Pattern evaporation process. Archives of Foundry Engineering, Katowice-Gliwice, January-March 2007, Vol. 7, Issue 1, ref. 10/2, s. 49-52

Recenzent: dr hab. inż. Andrzej Baliński, prof. AP