



Pragmatyka oceny jakości osnowy kwarcowej odzyskiwanej z różnych rodzajów masy zużytej we współczesnych systemach regeneracji

J. Dańko, M. Holtzer, R. Dańko

Wydział Odlewnictwa AGH, Katedra Inżynierii Procesów Odlewniczych, 30-059 Kraków, ul. Reymonta 23
Kontakt korespondencyjny: e-mail rd@agh.edu.pl

Otrzymano 20.05.2010; zaakceptowano do druku 05.06.2010

Streszczenie

Ocena stopnia zregenerowania mas zużytych nie jest zagadnieniem prostym i jednoznacznie określanym pod kątem zastosowanych metod jej oceny. Duża różnorodność stosowanych technologii mas formierskich i rdzeniowych, bazujących na masach z lepiszczem, masach ze spoiwami typu organicznego i nieorganicznego nie pozwala na zastosowanie jednego, uniwersalnego wskaźnika oceny stopnia zregenerowania mas.

W artykule przedstawiono problematykę badań związanych z doborem odpowiednich kryteriów oceny stopnia zregenerowania mas zużytych pochodzących z różnych technologii. Scharakteryzowano najczęściej spotykane w praktyce rodzaje mas zużytych oraz najbardziej adekwatne, stosowane w praktyce metody oceny stopnia ich zregenerowania.

Słowa kluczowe: Ochrona środowiska; Regeneracja, Masa formierska, Badania mas formierskich

1. Wprowadzenie

Powszechne stosowanie regeneracji obejmuje praktycznie wszystkie zużyte masy z osnową kwarcową i niektóre z osnową chromitową. W masach tak zwanej „nowej generacji”, zawierających chemoutwardzalne materiały wiążące, ich zdolność do odzyskiwania przez osnowę pierwotnych właściwości w wyniku określonej obróbki regeneracyjnej jest wyznacznikiem ich nowoczesności i przemysłowej atrakcyjności. Wprowadzanie nowych spoiw i technologii ich utwardzania w procesach wykonywania form i rdzeni wymaga stosowania adekwatnych do ich właściwości sposobów regeneracji i realizujących je urządzeń. Zregenerowana osnowa z reguły dziedziczy pewne osobliwe cechy technologii, z której pochodzi stąd jej

przydatność po regeneracji do tej samej technologii z jest reguły znacznie lepsza i wymaga mniejszego nakładu wymaganych czynności regeneracyjnych. W takich przypadkach regenerat, jako kompatybilny do określonej technologii podlega uproszczonej ocenie.

Z tego punktu widzenia optymalnym rozwiązaniem jest wprowadzenie w odlewni nowej gospodarki masami, pozwalającej na zastąpienie systemu zużytych mas mieszanych przez system mas quasi-jednolitych, uzyskany przez rozdzielenie strumieni poszczególnych mas oraz ich odpowiednie pogrupowanie w aspekcie uzyskania zgodności trzech elementów procesu technologicznego: masy zużytej - zregenerowanej osnowy (regeneratu) – masy świeżej. Ta zgodność powinna dotyczyć przede wszystkim tych właściwości każdej z mas, które najsilniej wpływają na jakość

regeneratu, na przykład odczyn chemiczny masy i rdzeni (pH, Z_K), charakterystyka osnowy masy (frakcja główna, kształt ziarn) itp.

Wobec znacznej różnorodności stosowanych technologii i mas i adekwatnego zróżnicowania sposobów regeneracji wyłania się potrzeba usystematyzowania kryteriów oceny uzyskiwanych produktów regeneracji opartych o pewne ujednolicone zasady ich określania z tendencją do wskazania najważniejszych z nich..

2. Technologiczne kryteria oceny jakości regeneratu z występujących w technice procesów regeneracji

Uwzględnione zostały sposoby regeneracji i podlegające im rodzaje masy zużytej:

1. Regeneracja w środowisku wodnym obejmująca:
 - masę klasyczną z bentonitem,
 - masę ze szkłem wodnym typu SMS utwardzaną estrami,
 - masę ze szkłem wodnym utwardzaną CO_2 ,
 - masę z cementem.
2. Regeneracja sucha mechaniczna i/lub pneumatyczna w temperaturze otoczenia lub podwyższonej obejmująca masy wymienione w p. 1 oraz masy typu SMS:
 - z alkoholem furfurylowym (furanowe) utwardzane utwardzaczami kwaśnymi,
 - z żywicami fenolowymi silnie alkalicznymi utwardzanymi CO_2 .
3. Regeneracja termiczna w tym:
 - zużytych mas jednolitych z technologii hot - box, cold-box i skorupowych,
 - mieszaniny zużytych mas z żywicami.
4. Regeneracja kombinowana zużytych mas jednolitych i mieszaniny mas zużytych.

Ad. 1. Regeneracja w środowisku wodnym

W praktyce właściwości regeneratu odzyskiwanego z mas ze spoiwami nieorganicznymi sposobem na mokro powinny być poddane następującym kryteriom oceny ujętym w tabeli 1.

Przyjmuje się, że masa przygotowana z udziałem regeneratu, jako zamiennikiem piasku kwarcowego, powinna charakteryzować się właściwościami wytrzymałościowymi na poziomie 80÷85% właściwości uzyskanych dla masy sporządzonej ze składników świeżych. Kryterium to może być użyte do oceny jakości regeneratu pochodzącego ze wszystkich technologii mas ze spoiwami nieorganicznymi.

Ad. 2. Regeneracja mechaniczna

2.1. Masy ze spoiwami nieorganicznymi

W procesie regeneracji mechanicznej mas ze spoiwami nieorganicznymi zaleca się stosowanie zarówno metod stosowanych dotychczas do oceny piasków formierskich oraz innych kryteriów eksponujących specyficzne właściwości

regeneratu ważne ze względów na zdefiniowanie racjonalnego stopnia oczyszczenia osnowy w aspekcie np. uzysku.

Do pierwszej grupy, w przypadku regeneracji mas z bentonitem, jako najważniejsze należą:

- skład ziarnowy odzyskanej osnowy w relacji do piasku świeżego,
- zawartość lepiszcza w zregenerowanej osnowie w relacji do nominalnej zawartości lepiszcza,
- zawartość aktywnej gliny,

Dodatkowo zalecane jest określenie:

- temperatury spiekania osnowy wg PN-81/H-11074,
- właściwości technologicznych masy sporządzonej na zregenerowanej osnowie: wytrzymałość wg PN-83/H-11073, przepuszczalność wg PN-80/H-11072, osypliwość wg BN-77/4024-02
- mikroskopowe badana morfologii powierzchni ziaren osnowy i wskaźnika kształtu ziaren wg. PN-83'H-11078.

Tabela 1.

Proponowane kryteria oceny regeneratu uzyskanego z masy zużytej ze spoiwami nieorganicznymi [1] sposobem na „mokro”

Zalecane kryterium oceny regeneratu	Rodzaj materiału wiążącego w masie zużytej przeznaczonej do odzysku osnowy sposobem regeneracji mokrej			
	Bento-nit	Szkło wodne utwardzane		Ce-ment
		CO_2	Estra-mi	
Wytrzymałość masy wg PN-83/H-11073	(1)	(2)	(2)	(1)
Zawartość lepiszcza wg PN-73/H-11076	(2)	(-)	(-)	(-)
Zawartość montmorylonitu (aktywność lepiszcza) wg BN-77/4024-16	(3)	(-)	(-)	(-)
Analiza sitowa wg. PN-83/H-11077	(3)	(3)	(3)	(2)
Zawartość N_2O	(-)	(1)	(1)	(-)
Morfologia powierzchni, wskaźnik kształtu ziaren wg PN-83' H-11078.	(4)	(5)	(5)	(4, 5)
Analiza chemiczna wg BN-70/4024-15	(5)	(4)	(4)	(3)
Odczyn chemiczny regeneratu (pH, Z_K)	(5)	(5)	(5)	(5)

W przypadku innych rodzajów masy ze spoiwami nieorganicznymi zakres zalecanych metod oceny regeneratu ulega rozszerzeniu. W tabeli 2 przedstawione zostały proponowane metody oceny regeneratu uzyskane z różnych rodzajów masy zużytej ze spoiwami nieorganicznymi sposobem regeneracji mechanicznej. Numeracja umieszczona w nawiasach oznacza usytuowanie ważności przyjętego kryterium oceny w skali pięciostopniowej (1-5), przy czym najwyższą ważność mają kryteria o niskiej numeracji. Kryteria oznaczone numerami 1-3 winny być uwzględniane w ocenie jako obowiązujące. Powtórzenie tej samej wartości oceny dla różnych kryteriów oznacza ich równorzędność.

Tabela 2.

Zalecane kryteria oceny regeneratu uzyskanego z przykładowych rodzajów masy zużytej ze spoiwami nieorganicznymi [1] w wyniku regeneracji mechanicznej.

Zalecane kryteria oceny regeneratu	Rodzaj materiału wiążącego w masie zużytej przeznaczonej do odzysku osnowy			
	Bentoni	Szkło wodne utwardzane		Cement
		CO ₂	Estrami	
Wytrzymałość masy PN-83/H-11073, przepuszczalność PN-80/H-11072, osypliwosć BN-77/4024-02.	(1)	(2)	(2)	(1)
Zawartość lepiszcza wg PN-73/H-11076	(2)	(-)	(-)	(-)
Zawartość montmorylonitu (aktywność lepiszcza) wg BN-77/4024-16	(3)	(-)	(-)	(-)
Analiza sitowa wg PN-83/H-11077	(3)	(3)	(3)	(2)
Zawartość N ₂ O	(-)	(1)	(1)	(-)
Morfologia powierzchni, wskaźnik kształtu ziaren wg PN-83/H-11078.	(4)	(5)	(5)	(4, 5)
Analiza chemiczna wg BN-70/4024-15	(5)	(4)	(4)	(3)
Odczyn chemiczny (pH, Z _K)	(5)	(5)	(5)	(5)

Niekiedy zaleca się także dokonywanie pomiaru przewodności elektrolitycznej eluatu uzyskanego z udziałem regeneratu, przy czym wartość pH i przewodność elektrolityczna muszą być mierzone w takich samych warunkach. Istotnym elementem oceny jakości regeneratu są badania właściwości technologicznych masy sporządzanej ze zwiększającym się udziałem regeneratu, aż do całkowitego zastąpienia świeżego piasku formierskiego przez regenerat [2-5, 10-12].

2.2. Masy ze spoiwami organicznymi

W tabeli 3 przedstawione zostały zalecane kryteria oceny regeneratu uzyskane z różnych rodzajów masy zużytej ze spoiwami organicznymi poddanych regeneracji mechanicznej.

Ad. 3. Regeneracja termiczna mas ze spoiwami organicznymi

Analogicznie jak dla regeneratów uzyskanych z mas nieorganicznych w nawiasach tabeli 4 podano liczby pozwalające na podkreślenie ważności przyjętego kryterium oceny w skali pięciostopniowej (1-5), przy czym najwyższą ważność mają kryteria o niskiej numeracji. Kryteria oznaczone numerami 1-3 winny być uwzględniane w ocenie jako obowiązujące. Powtórzenie tej samej wartości oceny dla różnych kryteriów oznacza ich równorzędność.

Tabela 3.

Zalecane kryteria oceny regeneratu uzyskane z przykładowych rodzajów masy zużytej ze spoiwami organicznymi w wyniku regeneracji mechanicznej.

Zalecane kryterium oceny regeneratu	Żywicze syntetyczne – systemy mas zużytych przeznaczonych do odzysku osnowy			
	Furany - System Mas Jednolitych (SMJ)	Silnie alkaliczne fenolowe utwardzane (SMJ)		Masy CB - procesy aminowe. System Mas Mieszanych (SMM)
		CO ₂	Kwasami	
Strata prażenia	(1)	(1)	(1)	(2)
Wytrzymałość masy na zginanie	(2)	(2)	(2)	(1)
Analiza sitowa	(3)	(3)	(3)	(2)
Odczyn chemiczny (pH)	(3)	(4)	(4)	(4)
Zapotrzebowanie kwasu (Z _K)	(4)	(4)	(4)	(3)
Morfologia powierzchni, wskaźnik kształtu ziaren wg PN-83/H-11078	(5)	(5)	(5)	(5)

3. Ekologiczne kryteria oceny jakości regeneratu

Ocena szkodliwości mas stosowanych na formy i rdzenie obejmuje dwa podstawowe elementy:

- wydzielalność szkodliwych gazów podczas operacji sporządzania masy, formowania, zalewania formy ciekłym metalem, chłodzenia formy i wybijania odlewu;
- możliwość wymywania się z zużytej masy do środowiska niebezpiecznych substancji np. podczas jej składowania lub gospodarczego wykorzystania.

Masy ze spoiwami nieorganicznymi z punktu widzenia ochrony środowiska należą do grupy mas tylko w niewielkim stopniu zagrażającej środowisku. Najbardziej popularną technologią mas ze spoiwami nieorganicznymi są masy ze szkłem wodnym (lub jego modyfikacjami). Masy te mogą być utwardzane CO₂ lub utwardzaczem organicznym - estrem (np. flodurem), czyli tzw. technologia floster. Do tej grupy mas należą również masy ze spoiwami fosforanowymi, glinokrzemianowymi oraz masy cementowe. Regenerat uzyskany z masy ze spoiwem organicznym, niezależnie od technologii jego wytwarzania (regeneracja sucha, mokra czy termiczna), musi poza wymaganymi właściwościami technologicznymi, spełniać również wymagania w zakresie oddziaływania mas z regeneratem na środowisko. Oddziaływanie mas z regeneratem na środowisko jest szczególnie widoczne w przypadku zalewania form ciekłym metalem, chłodzenia i wybijania formy może mieć miejsce emisja niebezpiecznych związków organicznych, które powstają

w wyniku działania wysokiej temperatury (nawet do 1500 °C) na masę sporządzoną z regeneratem i spoiwem organicznym.

Tabela 4.

Proponowane kryteria oceny regeneratu uzyskanego z przykładowych rodzajów masy zużytej ze spoiwami organicznymi w procesie regeneracji termicznej.

Zalecane kryterium oceny regeneratu	Żywiec syntetyczne – systemy mas zużytych przeznaczonych do odzysku osnowy			
	Furany - System Mas Jednolitych (SMJ)	Silnie alkaliczne fenolowe utwardzane (SMJ)		Masy CB - procesy aminowe. System Mas Mieszanych (SMM)
		CO ₂	Kwasami	
Straty podczas prażenia wg. PN-83/H-04119	(1)	(1)	(1)	(2)
Wytrzymałość masy na zginanie wg. PN-83/H-11073	(2)	(2)	(2)	(1)
Analiza sitowa wg. PN-83/H-11077	(3)	(3)	(3)	(2)
Odczyn chemiczny (pH)	(3)	(4)	(4)	(4)
Zapotrzebowanie kwasu (Z _k)	(4)	(4)	(4)	(3)
Morfologia powierzchni, wskaźnik kształtu ziaren wg. PN-83/H-11078	(5)	(5)	(5)	(5)

4. Podsumowanie

Aktualnie nie ma jednej, uniwersalnej metody oceny jakości regeneratu, którą można by uznać za przydatną dla wszystkich stosowanych mas. Dlatego też jako ogólne kryterium stopnia zregenerowania zużytej osnowy masy należy przyjąć stopień zbliżenia składu chemicznego oraz ziarnowego, morfologii powierzchni, i innych właściwości regeneratu do wartości tych samych parametrów wyjściowej osnowy piaskowej, uzyskany przy możliwie najmniejszym nakładzie pracy [2,6 - 9]. Im szybciej uzyska się określony poziom zbliżenia podanych parametrów osnowy do wyjściowej osnowy piaskowej tym lepsza jest regenerowalność zużytej masy. W związku z tym, pragmatyka oceny regeneratu z omówionych w artykule procesów wskazuje na konieczność spełnienia przynajmniej 3 wyszczególnionych w rosnącej kolejności kryteriów w przypadku przeznaczenia zregenerowanej osnowy, spełniającej warunek kompatybilności do sporządzania mas o tym samym charakterze i przeznaczeniu.

W odlewniach wykonujących odlewy ze stopów żelaza najczęściej pojawia się konieczność regeneracji mieszaniny mas

zużytych pochodzących z różnych technologii, co z punktu widzenia jakości regeneratu jest sytuacją niekorzystną. Mieszanie się mas zużytych o różnym charakterze chemicznym i sposobie wiązania, często wzajemnie niekompatybilnych, wymaga zastosowania znacznie bardziej złożonej obróbki regeneracyjnej dla uzyskania założonej czystości regeneratu. Praktyka wskazuje, że w wielu przypadkach mimo większego nakładu kosztów, odzyskana osnowa może być w ograniczonym tylko zakresie używany jako zamiennik świeżego piasku.

Publikacja naukowa finansowana w ramach projektu POIG nr WND-POIG.01.03.01-12-007/09

Literatura

- [1] J. Dańko, M. Łuczczak, Obróbka regeneracyjna i klasyfikacja pneumatyczna próbek masy zużytej jako podstawa do oceny jej przydatności do regeneracji mechanicznej. *Solidification of Metals and Alloys*, No 25, 1995, Katowice, s. 93-100.
- [2] R. Dańko, Podstawy teoretyczne i technologiczne doboru optymalnych sposobów regeneracji suchej zużytych mas odlewniczych. Rozprawa doktorska. Wydział Odlewnictwa AGH, Kraków 2006.
- [3] M. Holtzer, Gospodarka odpadami i produktami ubocznymi w odlewniach. Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne. Kraków 2001.
- [4] M. Holtzer, Problematyka ochrony środowiska w przemyśle odlewniczym po wejściu Polski do Unii Europejskiej. *Przegląd Odlewnictwa* t. 54, nr 4, 2004, s. 314-321.
- [5] M. Holtzer i inni, Określenie sposobu uzdatniania masy cementowej na osnowie regeneratu z mas cementowych w warunkach Odlewni Zakładów Metalurgicznych ABB Zamech Ltd. Praca naukowo-badawcza nr 5.170.04, WO AGH, Kraków 1997.
- [6] P. Jelinek, *Pojivove soustavy slevarenskych formovačich smesi*, ISBN 80-239-2188-6, 2004.
- [7] J.L. Lewandowski, J. Dańko, M. Łuczczak, Zagadnienie oceny efektywności procesu regeneracji zużytej masy z bentonitem. *Krzepnięcie Metali i Stopów* t. 35/7, Katowice-Bielsko-Biała, 1998, s. 57-65.
- [8] J.L. Lewandowski, W. Sakwa, Regeneracja ciekłej masy samoutwardzalnej ze szkłem wodnym. *Przegląd Odlewnictwa*, nr 7, 1979, s. 185-188.
- [9] L. Lewandowski, *Masy formierskie i rdzeniowe*. Warszawa 1991, Wydawnictwo Naukowe PWN.
- [10] H. Polzin, U. Nitsch, W. Tilch, E. Flemming, Regenerierung anorganisch gebundener Altsande mit einer mechanisch arbeitender Pilotanlage. *Gieserei-Praxis* nr 23/24, 1997, s. 500-507.
- [11] Przewodnik w zakresie najlepszych dostępnych Technik (NDT), wytyczne dla branży odlewniczej. Ministerstwo Środowiska, wrzesień 2004. Praca zbiorowa pod redakcją M. Holtzera.
- [12] J. Dańko, M. Holtzer, R. Dańko, Dobór efektywnych procesów regeneracji oraz gospodarka masami formierskimi w aspekcie Najlepszych Dostępnych Technik (NDT-BAT). *Archiwum Odlewnictwa Rok 2006, Rocznik 6, Nr 20*, s. 31-38.

Pragmatics of reclaimed sand quality assessment recovered nowadays from various used sand systems

Abstract

The assessment of the reclamation degree of used sands is not a simple, clearly defined issue. The great variety of technologies of moulding and core sands, based on the organic and inorganic binders does not allow the use of a single, universal index assessing the degree of reclamation. The article presents the problems of research relating to selection of proper criteria for assessing the degree of reclamation process of used moulding and core sands deriving from different technologies. The most often applied in practice types of used sands and the most adequate in practice methods of assessing the degrees of their reclamation were characterized.

Keywords: Environmental protection, Reclamation, Moulding sands, Moulding sands testing.