

OGÓLNE KRYTERIA KLASYFIKACJI ZUŻYTYCH MAS FORMIERSKICH I RDZENIOWYCH Z UWZGLĘDNIENIEM ICH PRZYDATNOŚCI DO DALSZEGO ZAGOSPODAROWANIA W ODLEWNI

Józef Dańko, Rafał Dańko, Jan Lech Lewandowski

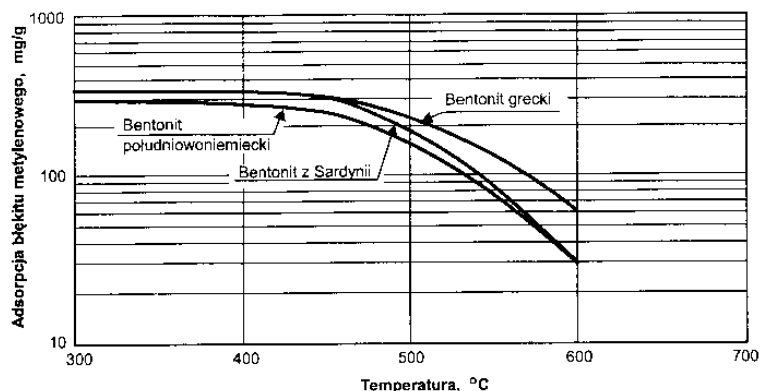
1.1. Dane ogólne

W skład znanej, stosowanej w kraju klasyfikacji mas formierskich [1/1] wchodzi kryterium uwzględniające stopień zużycia. Według tego kryterium wyróżnia się masy:

- 1) wyjściowe (MA) – sporządzone z samych świeżych materiałów formierskich, przy czym do świeżych materiałów zalicza się również regenerat, czyli odzyskaną osnowę piaskową,
- 2) używane – przynajmniej raz wykorzystane do sporządzenia formy, w której został wykonany odlew,
- 3) odświeżone – masy używane, do których dodano odpowiednią ilość świeżych materiałów formierskich, przy czym do świeżych materiałów zalicza się tak regenerat, jak i wodę. Proces odświeżania może być przeprowadzony tylko w przypadku mas trwałych, czyli tych, w których podczas wiązania nie zachodzi nieodwracalna reakcja.
- 4) zużyte – nie nadające się do dalszego użytkowania.

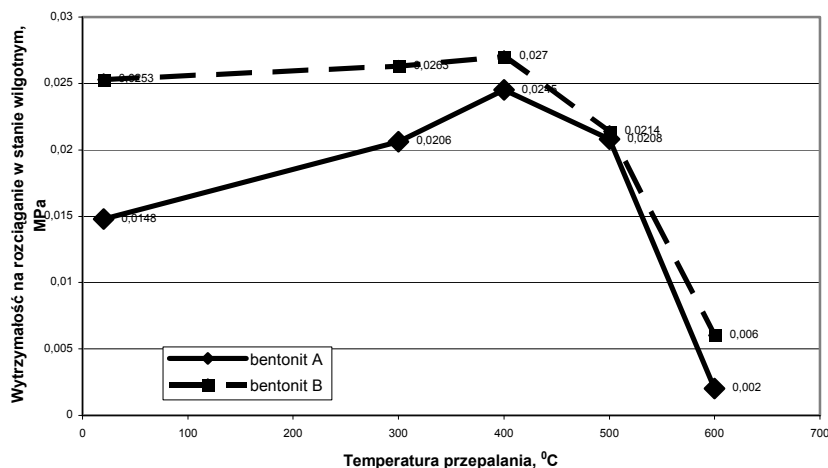
Trzy pierwsze odmiany mas nie potrzebują dodatkowych wyjaśnień, natomiast masy zużyte wymagają szerszego omówienia. W ich skład mogą wchodzić tak masy, które nie stanowiły tworzywa form napełnionych ciekłym stopem odlewniczym (odpady sporządzonych mas, odpady form i rdzeni), jak i masy będące tworzywem form napełnionych ciekłym stopem odlewniczym. O ile pierwsza grupa mas charakteryzuje się określonym i w zasadzie znanym składem, o tyle skład mas, na które oddziaływała temperatura wlanego do wnęki formy ciekłego stopu odlewniczego zależy z jednej strony od składu masy, a z drugiej od wielkości i czasu oddziaływania temperatury wlanego do wnęki formy tworzywa odlewu oraz stosunku tworzywa formy (masy) do masy tworzywa odlewu w formie. Ale nawet znając temperaturę wlanego do wnęki formy ciekłego stopu odlewniczego i wartość stosunku tworzywa formy (masy) do masy tworzywa odlewu możemy określić tylko w przybliżeniu stopień przepalenia masy. Stosunek tworzywa formy (masy) do masy tworzywa odlewu jest bowiem zwykle różny w poszczególnych częściach formy ze względu na złożony kształt i zróżnicowaną grubość ścianek odlewu. Zatem tylko ogólnie można stwierdzić, że im wyższa jest temperatura wlanego do wnęki formy ciekłego stopu odlewniczego, przy mniejszym masowym stosunku tworzywa formy (masy) do tworzywa odlewu oraz dłuższym czasie oddziaływania temperatury stopu na masę (dłuższym czasie studzenia odlewów będących w formie), tym większy jest stopień przepalenia masy.

Wielkość stopnia przepalenia masy może mieć tak pozytywne, jak i negatywne znaczenie. Zdecydowanie negatywny efekt dużego stopnia przepalenia jest w przypadku mas trwałych, czyli mas, w których podczas wiązania nie zachodzą nieodwracalne reakcje chemiczne. Głównym reprezentantem są nadal najszerzej stosowane masy klasyczne, wiązane bentonitem. Wyraźny początek deaktywacji głównych składników bentonitów, czyli materiałów grupy montmorillonitu, rozpoczyna się zwykle w zakresie 400 – 500 °C, co przykładowo przedstawiono na rys. 1/1, na którym stopień deaktywacji jest zilustrowany zmniejszającą się adsorpcją błękitu metylenowego przez bentonit w miarę wzrostu temperatury ogrzewania.



Rys. 1/1. Przykłady wpływu temperatury wygrzewania różnych bentonitów na adsorpcję błękitu metylenowego [2/1].

Deaktywacja minerałów grupy montmorillonitu powoduje zmniejszenie zdolności wiązania bentonitu, co przykładowo dla dwóch bentonitów ilustruje rys. 2/1.



Rys. 2/1. Wpływ temperatury przepalania mas wiązanych 7 częściami wagowymi bentonitu na ich wytrzymałość na rozciąganie dla stosunku wodno-glinowego SW = 0,5.

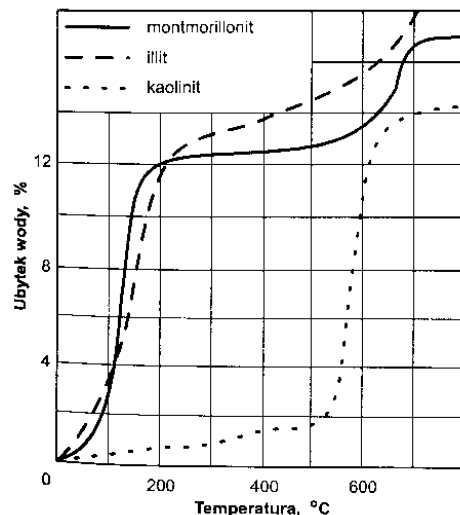
Istotne znaczenie ma stopień przepalenia masy również dla efektów procesu odzyskiwania osnowy piaskowej ze zużytej masy klasycznej (regeneracja). Najłatwiej regeneruje się klasyczna masa zużyta, w której zaszła pełna deaktywacja bentonitu (minerałów grupy montmorillonitu). W miarę wzrostu zawartości aktywnego montmorillonitu w masie zużytej pogarsza się jej regenerowalność. Dlatego też idealny sposób wybijania odlewów powinien zapewnić oddzielenie warstwy masy przepalanej od nie przepalanej. Warstwa masy przepalanej powinna podczas wybijania pozostać jako przyczepiona do powierzchni odlewu i oddzielnie wybita. Jako teoretyczną granicę rozdziału masy przepalanej od nie przepalanej przyjmuje się często [3/1, 4/1] miejsce, w którym w masie tworzącej formę – w momencie wybijania odlewu – występuje strefa przewilżona.

Jednak między strefą przewilżoną, a powierzchnią styku metalu z materiałem formy znajdują się w masie nie przepalone minerały grupy montmorillonitu, a ich ilość maleje w miarę zbliżenia się do styku masy z ciekłym stopem odlewniczym. Dlatego strefę przewilżoną można uznać praktycznie za granicę, w której kończy się masa klasyczna zawierająca przepalone minerały grupy montmorillonitu, a zaczyna się strefa masy

o właściwościach takich jakie miała ona podczas wykonywania formy. Ta masa praktycznie nie wymaga odświeżania (poza ewentualnym uzupełnieniem wody). Zatem im będzie krótszy czas przebywania odlewu w formie tym bliżej powierzchni styku metalu z masą formierską będzie strefa przewilżona i tym więcej masy o właściwościach wyjściowych będzie w formie podczas wybijania odlewów. Przeto pod względem prawidłowej gospodarki klasycznymi masami formierskimi celowe jest możliwie najwcześniejsze wybicie odlewów z formy i wydzielenie masy praktycznie całkowicie przepalanej. Wtedy pozostaje masa zupełnie nie przepalona (między strefą przewilżoną i krańcem formy) i częściowo przepalona (między strefą przewilżoną i warstwą masy całkowicie przepalanej). Zmniejsza się ilość materiałów zużywanych do odświeżenia tej masy, a odrębnie wydzielona warstwa masy całkowicie przepalanej jest cieńsza, a jeżeli istnieją warunki do regeneracji osnowy (urządzenia, odpowiednia ilość masy) to łatwiejsze jest odzyskanie z niej osnowy niż z masy zawierającej aktywne minerały grupy montmorillonitu.

Przy zastosowaniu wczesnego wybijania odlewów mają one wysoką temperaturę i wysuwa się problem pogorszenia właściwości tworzywa gotowego odlewu. Badania wykazały, że wybijanie odlewów z żeliwa szarego i sferoidalnego o temperaturze około 1000 °C i następne kierowane studzenie tak wybitych odlewów nie pogarsza właściwości tworzywa ostudzonego odlewu [5/1].

Korzystniej kształtuje się proces deaktywacji w przypadku, rzadko obecnie stosowanych glin kaolinitowych, u których przejście kaolinitu w bezwodny metakaolinit rozpoczyna się dopiero w przedziale 500 – 600 °C .



Rys. 3/1. Krzywe dehydratacji głównych minerałów ilastych [1/1].

Znacznie niższe temperatury deaktywacji mają pozostałe trwałe materiały wiążące takie, jak: dekstryna, skrobia, melasa i można przyjąć, że w warunkach praktycznych wykazują one nadal zdolność wiązania w tej masie, która nie została przegrzana powyżej 150 °C.

Inny układ istnieje w przypadku mas, w których podczas wiązania zachodzą nieodwracalne reakcje. Po zajściu reakcji wiązania staje się ona masą zużytą niezależnie od tego czy wykonamy z niej formę lub rdzeń, a następnie w niej odlew, czy też pozostaje ona w stanie spulchnionym (odpady masy) lub zagęszczonym (odpadowe formy i rdzenie). Istotne różnice mogą wystąpić w ilości i jakości spoiwa znajdującego się w zużytej masie. W masie, na którą nie oddziaływała temperatura stopu odlewniczego jest cała ilość utwardzonego, nie zmienionego spoiwa, natomiast w masie, na którą oddziaływała temperatura zwykle zachodzą

ilościowe i jakościowe zmiany spoiwa. Zmiany te będą przebiegały inaczej w utwardzonych spoiwach organicznych i nieorganicznych.

W przypadku spoiw organicznych będzie następował rozkład spoiwa i ulatnianie się powstających produktów gazowych i pyłów. Masa przegrzana powyżej temperatury pełnej destrukcji spoiwa traci całkowicie wytrzymałość i pozostają w niej tylko produkty, które nie przeszły w danej temperaturze w gaz lub nie ulotniły się w postaci pyłu.

W masie przegrzanej poniżej temperatury pełnej destrukcji spoiwa pozostają różne ilości spoiwa, przy czym tak ilość, jak i stan (jakość) pozostałego spoiwa zależy od temperatury masy w danym miejscu formy lub rdzenia. Masa, która nie została przegrzana do temperatury początku destrukcji spoiwa zawiera materiał wiążący w stanie wyjściowym.

Należy tutaj dodatkowo zaznaczyć, że przepływające (od styku masy z metalem na zewnątrz formy) niektóre gazowe produkty rozkładu spoiwa mogą kondensować w chłodniejszych warstwach masy, zaś produkty rozkładu w postaci pyłów mogą osadzać się w warstwach masy, przez które przepływają. To zjawisko może być szkodliwe w przypadku mas klasycznych, przez które przepływają produkty destrukcji niektórych spoiw organicznych zawartych w rdzeniach, gdyż powodują deaktywację minerałów grupy montmorillonitu lub zanieczyszczają masę toksycznymi substancjami, na przykład wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi (WWA).

Stopień destrukcji spoiwa organicznego ma istotne znaczenie dla dalszych losów powstałej masy zużytej. Masa całkowicie przepalona jest najkorzystniejsza, gdyż stanowi niemal samą osnowę, a zatem łatwa jest regeneracja, a ponadto stanowi ona (jeśli nie jest szkodliwa dla bentonitu) dobry materiał odświeżający masę klasyczną, zastępujący częściowo lub całkowicie świeżą osnowę piaskową. Najmniej korzystna jest masa, w której zupełnie nie wystąpiła destrukcja spoiwa lub nastąpiła w nieznacznym stopniu. Nawet ta masa może niekiedy stanowić materiał odświeżający masę klasyczną, jeżeli zawarte w niej spoiwo nie jest szkodliwe dla bentonitu lub dla wykonywanych w masie klasycznej odlewów. Jednak najczęściej ta masa, zwykle w postaci brył, jest wywożona na składowisko lub – przy odpowiedniej ilości i posiadaniu odpowiednich urządzeń – jest poddawana regeneracji, umożliwiającej odzyskanie osnowy piaskowej.

Inaczej kształtują się zjawiska w przypadku spoiw nieorganicznych. W zasadzie nie występuje ubytek spoiwa pod wpływem temperatury wlanego do wnęki formy ciekłego stopu odlewniczego. Natomiast mogą następować przemiany w składnikach mineralnych spoiwa, które mogą wpływać korzystnie lub niekorzystnie na przebieg procesu odzysku osnowy ze zużytej masy. Praktycznie można stwierdzić, że masy wiązane spoiwami nieorganicznymi po jednokrotnym użyciu są masami zużytymi. Stosowane niekiedy próby dodawania mas zużytych do mas wyjściowych, po dłuższym okresie stosowania tego zabiegu, powodują często zwiększenie ilości wadliwych odlewów. Dlatego też masy ze spoiwami nieorganicznymi są po jednokrotnym użyciu wywożone zwykle na składowiska lub odzyskuje się z nich osnowę (regeneracja). Regenerowalność tych mas jest różna i do najmniej korzystnych pod tym względem należą najszerzej spośród nich stosowane masy ze szkłem wodnym. Dodatkowym problemem, ujawniającym się w przypadku tych mas jest ich szkodliwość dla klasycznych mas wiązanych bentonitem. Obecność tych mas w ilości powyżej 15% może doprowadzić do znaczącej deaktywacji minerałów grupy montmorillonitu w klasycznej masie wiązanej bentonitem [6/1].

1.2. Kryteria klasyfikacji zużytych mas formierskich i rdzeniowych

Przytoczone rozważania, dotyczące mas zużytych, pozwalają na podjęcie próby usystematyzowania tych mas, co może być przydatne przede wszystkim przy podejmowaniu

decyzji o dalszych losach mas zużytych, w ogólnej gospodarce materiałami formierskimi w odlewni. W zaprezentowanej systematyce masy podzielono:

- I. Według rodzaju osnowy piaskowej:
 1. Masy na osnowie kwarcowej,
 2. Masy na innych osnowach.
- II. Według rodzaju materiału wiążącego:
 1. Masy wiązane glinami formierskimi:
 - 1.1. Wiązane bentonitem,
 - 1.1.1. Zawierające poniżej 1,5% gliny aktywnej (bentonitu),
 - 1.1.2. Zawierające powyżej 1,5 % gliny aktywnej (bentonitu),
 - 1.2. Wiązane glinami kaolinitowymi.
 2. Masy wiązane spoiwami:
 - 2.1. Wiązane spoiwami organicznymi:
 - 2.1.1. Wykazujące stratę prażenia do 1,75 %,
 - 2.1.2. Wykazujące stratę prażenia powyżej 1.75 %,
 - 2.1.3. Zawierające składniki wyraźnie szkodliwe dla metalu (np. azot) lub ogniotrwałości osnowy (np. P_2O_5),
 - 2.1.4. Nie zawierające składników wyraźnie szkodliwych.
 - 2.2. Wiązane spoiwami nieorganicznymi:
 - 2.2.1. Wiązane szkłem wodnym,
 - 2.2.2. Wiązane krzemianem etylu,
 - 2.2.3. Wiązane krzemionką koloidalną,
 - 2.2.4. Wiązane fosforanami,
 - 2.2.5. Wiązane cementem.
- III. Zawierające dodatki
 1. Pożądane lub nieszkodliwe dla określonych stopów metalu (np. nośniki węgla błyszczącego dla żeliwa),
 2. Szkodliwe lub niepożądane dla określonych stopów metali (np. nośniki węgla błyszczącego dla określonych gatunków staliwa).

W przytoczonych kryteriach przyjęto podział oparty o podstawowe grupy składników mas (osnowa, materiał wiążący, dodatki). Wydzielono masy na innych niż kwarc osnowach piaskowych (p. I.2), gdyż wymagają one odrębnego rozpatrywania tak w przypadku regeneracji z nich osnowy piaskowej, jak i innych czynności (wywóz mas na składowisko, wykorzystanie poza odlewnictwem). W kraju – obok kwarcowej - w zasadzie jest stosowana dotychczas w liczących się ilościach tylko osnowa chromitowa.

W przypadku klasycznych mas, wiązanych obecnie prawie wyłącznie bentonitem, przyjęto jako kryterium podziału zawartość gliny aktywnej (p. II. 1.1.1 i II. 1.1.2), gdyż bardzo celowe jest wyodrębnienie podczas wybijania odlewów masy o dużym stopniu przepalenia tak ze względu na jej niepożądaną obecność w masie używanej, jak i polepszającą się jej regenerowalność w miarę ubytku gliny aktywnej (bentonitu).

Masy zużyte wiązane spoiwami podzielono na dwie zasadnicze grupy: (ze spoiwami organicznymi i nieorganicznymi) ze względu na znane, istotne różnice zjawisk zachodzących w miarę podwyższania temperatury. Spośród mas ze spoiwami organicznymi wyodrębniono trzy podgrupy. Dwie opierają się o wartość strat prażenia (w $950^{\circ}C$), przy czym podgrupa II.2.1.1, do której zaliczono masy bardzo silnie przepalone (straty prażenia poniżej 1%), obejmuje masy zużyte, które w zasadzie można zastosować tak do odświeżania mas klasycznych (jeżeli spełniają warunek podany w p. II.2.1.3), jak i do sporządzania mas wyjściowych, wiązanych takim samym spoiwem, jakie jest zawarte w masie zużytej. Jednak

zastosowanie tej dobrze przepalanej masy do sporządzania masy wyjściowej (jako materiał częściowo zastępujący świeżą osnowę piaskową) jest możliwe tylko wtedy, gdy w odlewni uda się podczas wybijania wyodrębnić tę masę. Jeżeli pochodzi ona z przepalonych rdzeni to zwykle przechodzi do klasycznej masy formierskiej.

Masy zaliczone do podgrupy II.2.1.2 (strata prażenia powyżej 1%) w warunkach praktycznych dają się łatwo wyodrębnić wtedy, gdy występują w postaci brył. Są one najczęściej wywożone na składowisko, zaś jeżeli występują w większej ilości, a odlewnia posiada odpowiednie urządzenia, odzyskuje się z nich osnowę piaskową. Mniejsze bryły tej masy przechodzą do klasycznej masy formierskiej i ich obecność może być tolerowana, jeśli nie zawierają składników wyraźnie szkodliwych dla mas klasycznych (p. II.1.1.3), a jeżeli zawierają składniki korzystne (na przykład nośniki węgla błyszczącego) mogą być nawet korzystne. Często są one jednak szkodliwe i wtedy najlepiej zmienić skład masy rdzeniowej tak, aby domieszka zużytej masy była korzystna lub obojętna dla klasycznej masy formierskiej wiązanej bentonitem.

Literatura

1. Lewandowski J.L.: Tworzywa na formy odlewnicze, Kraków 1997, wyd. Akapit.
2. Baier J.: Przegląd Odlewnictwa t. 42, 1992, nr 5, s. 175-179.
3. Pistol G., Hubner J.: Giesserei t. 82, 1995, nr 22, s. 781-786.
4. Flemming E., Lewandowski J. L.: Przegląd Odlewnictwa t. 45, 1995, nr 4, s. 131-135.
5. Kleinheyder U.: Giesserei t. 65, 1978, nr 20, s. 561-567.
6. SolarSKI W., Zawada J., Lewandowski J.L.: Przegląd Odlewnictwa t. 47, 1997, nr 7/8, s. 234-239.
7. Ellinghaus W., Lochte K.: Giesserei t. 82, 1995, nr 21, s. 773-776.
8. Wolf K.: Giesserei t. 83, 1996, nr 3, s. 18-21.
9. Projekt celowy KBN nr 7 TO8B 248 200C/5084).