42/18

ARCHIWUM ODLEWNICTWA
Rok 2006, Rocznik 6, Nr 18 (1/2)
ARCHIVES OF FOUNDRY
Year 2006, Volume 6, N° 18 (1/2)
PAN – Katowice PL ISSN 1642-5308

WPŁYW SKŁADU CHEMICZNEGO NA SKRAWALNOŚĆ BEZOŁOWIOWYCH MOSIĄDZÓW ODLEWNICZYCH

M. KONDRACKI[1], J. GAWROŃSKI[2], J. SZAJNAR[3]
Zakład Odlewnictwa, Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych,
Wydział Mechaniczny Technologiczny, Politechnika Śląska
ul. Towarowa 7, 44-100 Gliwice

STRESZCZENIE

W pracy opisano wpływ zmiany składu chemicznego i struktury bezołowiowych mosiądzów odlewniczych na ich skrawalność. Do określenia skrawalności użyto metody wiercenia ze stałą siłą posuwową. Wyniki pokazały, które dodatki stopowe wpływają na tę cechę stopu oraz w jakim stopniu zależy ona od struktury.

Keywords: non-leaded brass, testing, machineability, hard inclusions

1. WPROWADZENIE

Spośród najważniejszych stopów odlewniczych miedzi na pierwszym miejscu należy wymienić stopy miedź – cynk, popularnie nazywane mosiądzami. Ich produkcja pochłania ok. 20% światowej produkcji miedzi [1]. Największe zastosowanie znalazły stopy CuZn z dodatkiem ołowiu (80% produkcji [1]). Stopy CuZnPb zawierają do 3% ołowiu i uzyskują dzięki temu dodatkowi wysokie własności technologiczne i użytkowe, takie jak dobra lejność, znakomita skrawalność i wysoka odporność korozyjna, dlatego znalazły zastosowanie w wielu gałęziach techniki. Wysoka toksyczność ołowiu spowodowała powstanie tendencji do wycofywania tegoż pierwiastka z produktów będących w bezpośrednim otoczeniu człowieka. Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) opracowała zalecenia dotyczące zawartości ołowiu w wodzie pitnej, do której dostaje się on m.in. z elementów armatury. W wielu

[1] *mgr inż. marcin.kondracki@polsl.pl*
[2] *prof. dr inż., jozef.gawronski@polsl.pl*
[3] *dr hab. inż.,Prof. Pol. Śl. jan.szajnar@polsl.pl*

państwach powstały akty prawne wymuszające na producentach armatury ograniczenie użycia ołowiu lub jego eliminacji.

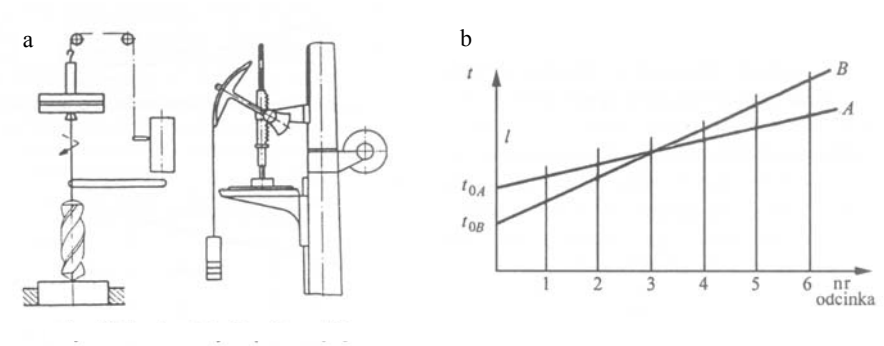
Zaproponowano wiele sposobów rozwiązania tego problemu [2 – 8]. Jednym z nich jest zastąpienie mosiądzów ołowiowych stopami wieloskładnikowymi (na bazie stopu CuZn). Taką tematykę podjęto w pracy doktorskiej jednego z autorów.

Jednym z etapów pracy były badania skrawalności stopu i zmiany tej własności wywołane zmianami składu chemicznego i struktury stopu. Niniejszy artykuł przedstawia metodykę tych badań oraz wybrane wyniki.

2. BADANIA

Jak wspomniano powyżej, w pracy badano stopy wieloskładnikowe na bazie CuZn. Do stopu wprowadzono dodatki: Si, Fe, Al, P, Ni, i Sn w łącznej ilości do 3% wagowych. Zawartość miedzi była utrzymywana na stałym poziomie 59% wagowych. Skład chemiczny zmieniał się zgodnie z zaprojektowanym planem eksperymentu, w którym pierwiastki wprowadzane były w podgrupach, co miało ujawnić ich wzajemne oddziaływania. Skład chemiczny analizowanych stopów badany był przy pomocy spektrometru rentgenowskiego ALR typu 8420+XRS. Oprócz składu chemicznego określono również rodzaj i ilość poszczególnych składników struktury. Analiza ilościowa została wykonana przy użyciu mikroskopu świetlnego Nikon i pakietu oprogramowania Multiscan v 13.01. Skład faz określano z wykorzystaniem mikroanalizy rentgenowskiej przeprowadzonej na mikroskopie skaningowym Philips XL30 z przystawką EDAX.

Skrawalność stopów analizowano przy pomocy metody Dagnella [9 – 11], polegającej na pomiarze czasu przy wierceniu otworu o określonej głębokości ze stałą siłą posuwową (rys. 1).



Rys. 1. a) Zasada pomiaru skrawalności metodą Dagnella; b) przykładowe wykresy zmiany czasu wiercenia dla różnych materiałów A i B z zaznaczonymi parametrami skrawalności t_{0A} i t_{0B} [9]

Fig. 1. a) Scheme for Dagnell's machineability test, b) example of comparison between two different materials with indicated machineability times t_{0A} and t_{0B} [9]

Uzyskane zmiany czasu przy wierceniu kolejnych otworów tym samym narzędziem pozwalają wyznaczyć dwa parametry materiałowe opisujące skrawalność. Zmiany czasu wiercenia można opisać przy pomocy funkcji liniowej postaci $y = ax + b$. Pozwala to wyrazić skrawalność za pomocą dwóch parametrów a i b. Parametr b, oznaczony na rys. 1b jako t_0 stanowi punkt przecięcia wykresu zmian czasu wiercenia z osią pionową. Wyrażony jest w sekundach i można go opisać jako czas wiercenia otworu o nominalnej głębokości przy braku zużycia ostrza. Wyraża on opory skrawania badanego materiału. Drugi z parametrów (a) to tangens kąta nachylenia wykresu zmian czasu wiercenia odzwierciedlający wpływ materiału skrawanego na zużycie ostrza.

Przedstawiona metoda jest bardzo czuła na zmiany własności materiału skrawanego. Do uzyskania prawidłowych wyników potrzebne jest wykonanie dla każdego materiału od 5 do 20 otworów [9, 10].

W badaniach dla każdego stopu wykonano pomiar czasu wiercenia siedmiu przelotowych otworów ∅5 w próbce o wysokości 15 mm pobranej z walcowego odlewu kokilowego. W celu ograniczenia wpływu niejednorodności struktury otwory wykonywane były obwodowo. Parametry skrawania dobrano na podstawie tablic i nomogramów dla mosiądzów odlewniczych: prędkość obrotowa wrzeciona wiertarki wynosiła 680 obr./min, a siła posuwowa 500 N. Czas wiercenia mierzony był przy pomocy układu elektronicznego o dokładności 0,01 s. Układ pomiarowy był uruchamiany i zatrzymywany elektrycznie, przez zamknięcie obwodu. Podczas badań obserwowano również rodzaj powstających wiórów.

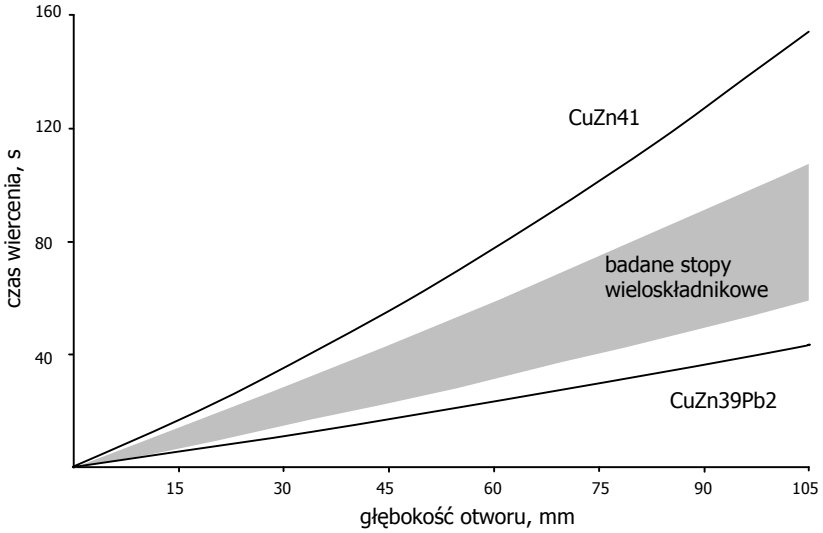
3. WYNIKI

Uzyskane w badaniach doświadczalnych wyniki poddano analizie statystycznej, poszukując modelu zależności parametrów opisujących skrawalność (a – wpływ materiału skrawanego na zużycie ostrza i b – opory skrawania) w funkcji składu chemicznego i mikrostruktury.

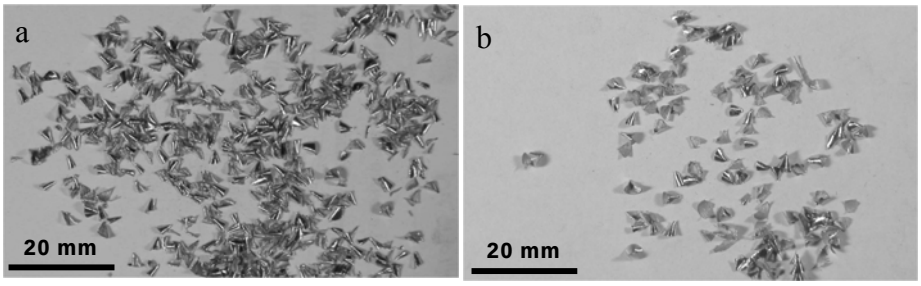
Wykorzystując parametry a i b można przedstawić skrawalność jako czas wiercenia w funkcji długości otworu [9, 10]. Porównanie skrawalności badanych stopów z syntetycznym stopem CuZn39Pb2 i stopem nie zawierającym dodatków CuZn41 pokazano na rysunku 2.

Porównanie kształtu wiórów dla stopów wieloskładnikowych i zawierającego ołów pokazano na rysunku 3. W przypadku mosiądzów ołowiowych powstaje wiór odpryskowy, natomiast dla mosiądzów wieloskładnikowych uzyskiwano zmienny kształt wiórów. Podczas badań zaobserwowano, że materiały dzielą się na grupy dające przy wierceniu wiór (zgodnie z PN ISO 3685): śrubowy stożkowy długi (1), śrubowy stożkowy krótki i odpryskowy (2), odpryskowy (3). Najczęściej występowały materiały z grupy (2) i (3) – o najkorzystniejszym kształcie.

Badania zależności skrawalności od mikrostruktury wykazały, że duży wpływ na skrawalność oprócz faz podstawowych α i β' mają fazy twarde pojawiające się w przypadku podwyższonej zawartości niektórych dodatków stopowych.



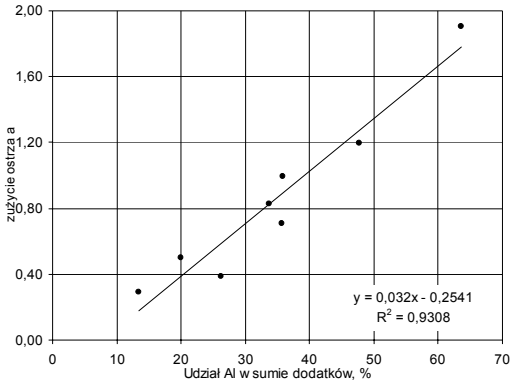
Rys. 2. Czas wiercenia otworu w funkcji jego głębokości dla różnych stopów CuZn
Fig. 2. Drilling time in function of hole depth for different CuZn alloys



Rys. 3. Kształt wiórów dla stopu CuZn39Pb2 (a) i wybranych stopów wieloskładnikowych (b)
Fig. 3. Chip shape for CuZn39Pb2 (a) and selected multi-component brasses (b)

4. PODSUMOWANIE

Jak wynika z wyżej przeprowadzonych rozważań, skrawalność w bardzo dużym stopniu zależy od składu chemicznego stopu i jego mikrostruktury. Opis jakościowy zależności tego parametru od składu chemicznego podano w tabeli 1. Najsilniej na zużycie ostrza wpływa zawartość aluminium (rys. 4). Silny jest również wpływ niklu na ten parametr. Wpływ fosforu jest zależny od zawartości pozostałych składników, jednak najsilniej obniża on skrawalność w obecności aluminium, co wiąże się z występowaniem w strukturze twardych wydzieleń AlP [12]. W innych przypadkach zwiększony udział fosforu prowadzi do zmniejszenia oporów skrawania, a nawet zużycia ostrza.



Rys. 4. Wpływ zawartości Al odniesionej do sumy dodatków (Al+Fe+Si) na zużycie ostrza
Fig. 4. Al content related to complete addition content (Al+Fe+Si) influence on tool wear

Tabela 1. Jakościowa ocena wpływu składu chemicznego na skrawalność
Table 1. Qualitative evaluation of chemical composition influence on machineability

	Sn	**Ni**	**Si**	**Fe**	**Al**	**P**
zużycie ostrza	↓	↑	↓	↓	↑	↓↑
opory skrawania	-	-	-	↓	↓	↓

↑ - podwyższa, ↓ - obniża, ↑↓ - wpływ niejednoznaczny

Podsumowując, należy stwierdzić, że uzyskanie wysokiej skrawalności stopów CuZn jest możliwe poprzez zastosowanie wieloskładnikowych dodatków. Skrawalność takich stopów jest nieznacznie niższa od skrawalności mosiądzów ołowiowych, jednak ich niewątpliwą przewagą jest brak toksyczności i niski koszt w porównaniu do innych mosiądzów bezołowiowych.

LITERATURA

[1] Praca zbiorowa, Brass - Materials Challenges and Future Needs, materiały konferencyjne, The Swedish Institute for Metals Research, Sztokholm 2002

[2] Kondracki M., Gawroński J., Szajnar J., The alloy additions influence on technological properties of fixture brasses, AMME 2003, Gliwice-Zakopane 2003

[3] Janus A., Ankudowicz B., Określenie możliwości wyeliminowania ołowiu w mosiądzu CuZn39Pb2, Krzepnięcie Metali i Stopów, nr 43, PAN Katowice 2000
[4] Pacałowski J., Tałach-Dumańska M., Spodaryk A., Wieloskładnikowy mosiądz bezołowiowy o dobrej skrawalności i odporności na zużycie ścierne, Krzepnięcie Metali i Stopów, nr 24, PAN Katowice 1995
[5] Kondracki M., Gawroński J., Szajnar J., Role of the intermetallic phases in technological process of fixture brasses, Elsevier Journal o Materials Processing Technology, vol. 162-163, 2005
[6] Kondracki M., Gawroński J., Szajnar J., Diagnozowanie struktury odlewniczych stopów CuZn przy pomocy ATD, Międzynarodowa Konferencja Naukowo - Techniczna Odlewnictwa Metali Nieżelaznych Nauka - Technologie, Wysowa 2005
[7] Kuyucak S., Sahoo M., A review of the machinability of copper-base alloys, Canadian Metallurgical Quarterly, vol. 35, nr 1, 1996
[8] Dobrowolski K., Twarde wtrącenia w mosiądzach, Międzynarodowa Konferencja Naukowo -Techniczna Odlewnictwa Metali Nieżelaznych Nauka - Technologie, Wysowa 2005
[9] Miernik M. Skrawalność metali. Metody określania i prognozowania, Wyd. Pol. Wroc., Wrocław 2000
[10] Bułat A., Określenie wskaźników skrawalności metodą wiercenia ze stałą siłą posuwową Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Mechanika 81, Gliwice 1984
[11] Kondracki M., Gawroński J., Szajnar J., Dyrbuś G., Własności technologiczne bezołowiowych mosiądzów armaturowych, Archiwum Odlewnictwa, rocznik 3, nr 9, PAN Katowice 2003
[12] M. Kondracki, J. Gawroński, J. Szajnar: Identyfikacja wybranych składników struktury odlewniczych stopów CuZn, Archiwum Odlewnictwa, PAN Katowice, vol. 5, nr 15, 2005

CHEMICAL COMPOSITION INFLUENCE ON MACHINEABILITY OF NON-LEADED BRASSES

SUMMARY

In this work the chemical composition and microstructure influence on machineability of cast non-leaded brasses was described. Machineability was examined with use of Dagnell's drilling test. The results have shown which addition influence this property and how much is it structure dependent.

Recenzował: Prof. Władysław Orłowicz