

Określenie możliwości zastosowania drewna sosnowego na oprzyrządowanie odlewnicze do pracy w polu mikrofalowym

B. Opyd *, M. Stachowicz, K. Granat

Katedra Odlewnictwa, Automatyki i Tworzyw Sztucznych, Politechnika Wrocławska,
ul. Smoluchowskiego 25, 50-372 Wrocław, Polska

*Kontakt korespondencyjny. e-mail: beata.opyd@pwr.edu.pl

Otrzymano 18.06.2014; zaakceptowano do druku 22.08.2014

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badań odporności na ścieranie drewna sosnowego, typowanego, ze względu na korzystne parametry elektryczne, do zastosowania w budowie oprzyrządowania odlewniczego dla procesów suszenia i/lub utwardzania mas formierskich i rdzeniowych w polu mikrofalowym o częstotliwości fali elektromagnetycznej 2,45 GHz. Do podstawowych kryteriów oceny przydatności materiałów na oprzyrządowanie odlewnicze, do zastosowania w polu mikrofalowym, należą głównie ich parametry elektryczne oraz technologiczne i użytkowe, wśród których najważniejszym jest ścieralność, wyrażona w pracy za pomocą wskaźnika średniej ścieralności. Badania ścieralności drewna sosnowego prowadzono za pomocą testera T-07. Ścieralność badano dla trzech wybranych gatunków osnowy mas formierskich, którymi były piaski: kwarcowy średni, chromitowy i korundowy. Do próby ścierania pobierano próbki drewna sosnowego w trzech płaszczyznach związanych z jego kierunkową budową. Wyniki prób ścieralności drewna sosnowego odniesiono do wyników średniej ścieralności popularnego do budowy oprzyrządowania odlewniczego pracującego w polu mikrofalowym politetrafluoroetyleny. Stwierdzono, że przy badaniu zużycia z zastosowaniem piasku kwarcowego średnia ścieralność drewna sosnowego jest zbliżona do średniej ścieralności droższych materiałów polimerowych. Zauważono, że w przypadku drewna najbardziej odporną na zużycie luźnym ścierniwem, niezależnie od gatunku ścierniwa, jest powierzchnia prostopadła do kierunku słoju.

Słowa kluczowe: Mikrofały, Drewno sosnowe, Odporność na ścieranie, Oprzyrządowanie modelowe, Osnowa mas formierskich

1. Wprowadzenie

Zastosowanie mikrofal do wykonywania wysokiej jakości form i rdzeni odlewniczych w realiach pracującej odlewni niesie ze sobą trudność doboru na oprzyrządowanie odlewnicze materiałów o odpowiednich, po części specyficznych, właściwościach fizykochemicznych i trwałości eksploatacyjnej. Aktualnie nie stanowi już problemu dobór urządzeń mikrofalowych [1] wyposażonych w duże komory robocze z równomierną gęstością pola elektromagnetycznego o częstotliwości fali 2,45 GHz. Jednak dobór właściwych

materiałów konstrukcyjnych do budowy oprzyrządowania, które można zastosować w takim procesie, stanowi dużą barierę w rozpowszechnianiu tej innowacyjnej technologii wytwarzania form i rdzeni odlewniczych. Jest on zdeterminowany ponadto odpowiednimi właściwościami użytkowymi oraz względami technologicznymi i ekonomicznymi [2].

Śród tradycyjnych materiałów konstrukcyjnych stosowanych do wytwarzania oprzyrządowania odlewniczego duże znaczenie ma drewno. Znajduje ono szerokie zastosowanie w budowie modeli, rdzennic, wzorników formierskich, płyt modelowych czy modeli układu wlewowego [2, 3, 4] i tak jak inne materiały oprzyrządowania odlewniczego narażone jest na

ciągle ścieranie powierzchni, dlatego powinno charakteryzować się możliwie jak największą odpornością na zużycie podczas eksploatacji. Stała obecność materiałów sypkich pełniących rolę ścierniwa, w procesach wykonywania form i rdzeni metodami tradycyjnego formowania ręcznego oraz maszynowego, np. narzucania, nadmuchiwania i wstrzeliwania [5], silnie wpływa na trwałość oprzyrządowania odlewniczego.

Współczesne możliwości modyfikacji parametrów fizycznych drewna lub wytwarzania z niego drewnopochodnych materiałów stwarzają nieograniczone możliwości ich dostosowania do specyficznych zastosowań, w tym do wytwarzania modeli lub rdzennic do pracy w polu mikrofalowym [3].

Celem pracy jest ustalenie, z punktu widzenia odporności na ścieranie i właściwości dielektrycznych, przydatności drewna do budowy oprzyrządowania odlewniczego, przeznaczonego do pracy w komorze pieca mikrofalowego.

Określona zostanie odporność na ścieranie drewna, wybranymi gatunkami osnowy piaskowej, o korzystnych z punktu widzenia nagrzewania mikrofalowego właściwościach elektrycznych [6], stosowanego w budowie oprzyrządowania odlewniczego, a przewidzianego do utwardzania i/lub suszenia w polu mikrofalowym mas formierskich i rdzeniowych.

2. Pomiar ścieralności

2.1. Badane materiały

Politetrafluoroetylen PTFE jest materiałem o dobrej transparentności dla mikrofal ($tg\delta = 0,0011$, tab. 1) [7], zalecanym do budowy oprzyrządowania odlewniczego (rys. 1). Jest on dobrze obrabialny i odznacza się dobrą odpornością na ścieranie. Wadą tego materiału jest jego duży koszt i trudność łączenia elementów oprzyrządowania. Z obserwacji własnych wynika również, że przeszkodą w stosowaniu PTFE do budowy modeli i rdzennic, może być, uzależniona od właściwości osnowy masy, mała odporność niektórych powierzchni oprzyrządowania na ścieranie.



Rys. 1. Widok rdzennicy, do utwardzania mas ze szkłem wodnym w polu mikrofalowym, wykonanej z materiału PTFE

Jednym z powszechnie stosowanych materiałów do budowy oprzyrządowania odlewniczego jest drewno. Określenie możliwości jego zastosowania jako tańszego, dostępnego, dobrze obrabialnego i przyjaznego środowisku materiału wymagało przeprowadzenia badań określających jego parametry elektryczne, tj. przenikalności elektrycznej ϵ_r oraz współczynnika stratności $tg\delta$, decydujące o skuteczności i efektywności pochłaniania mikrofal, których wartości zmierzone dla różnych gatunków zamieszczono w tabeli 1. Szczególnie jednak ważnym jest przeprowadzenie badań trwałości zbudowanego z drewna oprzyrządowania poprzez określenie jego odporności na ścieranie.

Tabela 1.

Właściwości elektryczne i wilgotność wybranych materiałów [7,9,13]

Materiał	Wilgotność			
	średnia [%]	ϵ_r	$tg\delta$	$\epsilon_r \cdot tg\delta$
Buk	6,25	2,350	0,0359	0,0844
Sosna	5,78	2,299	0,0372	0,0855
Dąb	7,45	2,446	0,0439	0,1074
Modrzew	6,24	2,542	0,0478	0,1215
PTFE	-	2,043	0,0011	0,0023

W przypadku zastosowania do budowy oprzyrządowania odlewniczego drewna należy zwrócić uwagę na jego specyficzne właściwości, takie jak łatwość obróbki ręcznej i mechanicznej, mała gęstość, łatwość łączenia poprzez klejenie, dostateczna wytrzymałość oraz mały koszt. Drewno charakteryzuje się jednak również wadami, w szczególności niejednorodną budową oraz higroskopijnością sprzyjającą zmianom jego wilgotności [4, 8].

Na podstawie rozpoznania literaturowego do badań wstępnych wytypowano drewno sosnowe. Wybór ten podyktowany był jego właściwościami takimi jak: niski koszt zakupu, mała chłonność wilgoci, niewielka skłonność do paczenia się, dobra obrabialność i zalecane przeznaczenie do budowy średnich i dużych modeli oraz rdzennic [3] dla produkcji jednostkowej i seryjnej.

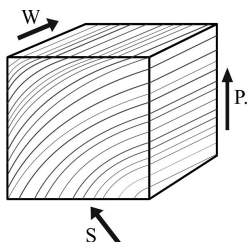
Analizując wyniki dotychczasowych badań właściwości elektrycznych: ϵ_r i $tg\delta$ (tab. 1) dla różnych gatunków drewna, zauważa się, że równie korzystne, z punktu widzenia efektywności i skuteczności nagrzewania mikrofalowego wyrażonych iloczynem ϵ_r i $tg\delta$ (tab. 1), jest zastosowanie tak drewna sosnowego (gęstość $0,52 \text{ g/cm}^3$, twardość wg. Janki 28-30 MPa), jak również bukowego (gęstość $0,73 \text{ g/cm}^3$, twardość wg. Janki 78 MPa) [8]. Mniejsza gęstość i twardość drewna sosnowego, sugerując mniejszą odporność na ścieranie, stanowiły podstawę jego wytypowania do oceny odporności na zużycie tej grupy materiałów pochodzenia naturalnego, przewidzianych do budowy oprzyrządowania pracującego w polu mikrofalowym.

2.2. Metodyka badań

Trwałość eksploatacyjna oprzyrządowania odlewniczego z drewna jest uwarunkowana odpornością na ścieranie jego powierzchni i stanowi jego podstawową właściwość użytkową. Zużycie, które określa się występowaniem zmian zachodzących na powierzchni materiału, polegających m.in. na jego ubytku na skutek tarcia, zachodzi podczas użytkowania oprzyrządowania

i związane jest z oddziaływaniem ścierniwa przemieszczającego się względem powierzchni zespołu modelowego lub rdzownicy [10, 11].

Praktycznie wszystkie właściwości eksploatacyjne drewna są rozpatrywane w aspekcie jego anizotropowej budowy [3, 8], co sprawia, że większość z nich można przypisać trzem kierunkom: wzdłużnemu (W), poprzecznemu (P) oraz promieniowemu (S), które uwzględniono w próbie badania ścieralności (rys. 2).



Rys. 2. Kierunki przemieszczania ścierniwa podczas badania odporności na zużycie: W – wzdłuż włókien, P – prostopadle do ułożenia włókien, S – w kierunku promieniowym

Powiązanie schematu układania się słoików z kierunkami ścierania (W, P, S) jest ważne tak ze względu na próbę uśrednienia parametru odporności na ścieranie, jak również ze względu na sposób łączenia np. desek w płyty, z których wytwarza się elementy oprzyrządowania.

Do badania ścieralności drewna zastosowano urządzenie T-07, stosowane do badań materiałów i pokryć metalowych, którego szczegółowy opis przedstawiono w publikacji [7]. Stanowisko pomiarowe zapewnia: nieokreślony rodzaj styku materiału ściernego i próbki (zużycie luźnym ścierniwem), ślizgowy rodzaj ruchu zapewniający tarcie techniczne suche oraz stałe obciążenie Q [12]. Stały docisk F próbki do przeciwpróbki (44 N), którą jest metalowy krążek pokryty gumą o twardości 78-85°Sh, obracający się z prędkością 60 ± 2 obr./min, wywierany był odpowiednimi obciążnikami za pomocą układu dźwigni.

Badane próbki drewna miały kształt płytek o wymiarach 30 x 30 x 3 mm wymaganych zgodnie z procedurą badań i wymiarami uchwytu. Zastosowano próbki drewna bez pokrycia na powierzchni (np. farby, lakier), co podyktowane było brakiem informacji o zachowaniu się takich materiałów i tego typu układów warstwowych w polu mikrofalowym. Często

składnikami pokryć zabezpieczających drewno są pochodne żywic syntetycznych będących absorberami mikrofal [13]. Próbki o wilgotności 5,78% zostały pobrane z sezonowanych desek sosnowych.

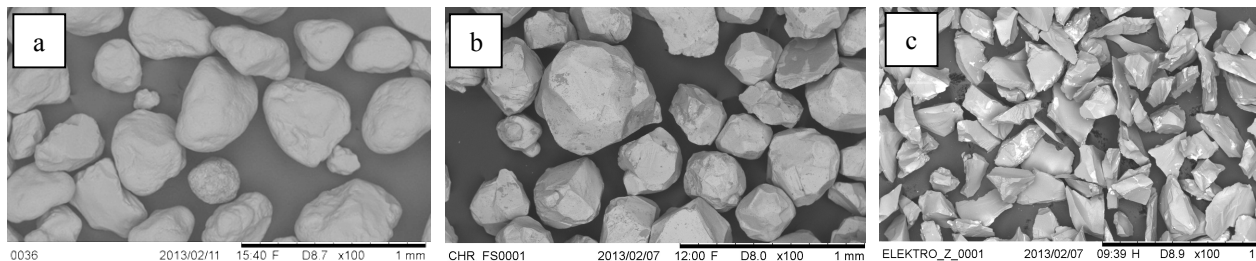
Doświadczalnie wyznaczono parametry badania: ilość obrotów rolki, o średnicy $d = 0,05$ m, równą 300 obrotów i czas pomiaru 5 minut. Droga zużycia dla każdej z wybranych próbek wynosiła 47 m. Pomiary przeprowadzono na trzech próbkach dla poszczególnych kierunków tarcia i porównywano je z wynikami badań ścieralności politetrafluoroetyleny (PTFE), którego pomiary wykonano przy jednakowych jak w przypadku drewna, parametrach [7].

2.3. Materiały ścierające

Doboru materiału ściernego dokonano na podstawie ogólnej wiedzy na temat najczęściej stosowanych rodzajów osnowy mas formierskich, którą są piaski: kwarcowy i chromitowy [5]. Dodatkowo, dla porównania, użyto tradycyjnego ścierniwa, którym był elektrokorund nr 90, wg PN-76/M-59115, zalecany do badań materiałów o dużej odporności na ścieranie. W badaniach stosowano kwarcowy piasek formierski średni o wielkości ziarna wyrażonej frakcją główną 0,20/0,315/0,40 i średnim wskaźniku kulistości oraz zaokrąglonych ziarnach (rys. 3a) [14] oraz piasek chromitowy typu FS o rozkładzie ziarnowym 0,20/0,315/0,40 (zbliżonym do rozkładu piasku kwarcowego), o dużym wskaźniku kulistości oraz lekko nieregularnym kształcie ziaren (rys. 3b) [14].

Wyniki pomiarów ścieralności badanego drewna i uzyskane z zastosowaniem tradycyjnego ścierniwa – korundu o bardzo nieregularnych, drobniejszych ziarnach (wielkość ziarna wyrażona frakcją główną 0,10/0,16/denko), małym wskaźnikiem kulistości [14] oraz dużej jednorodności (rys. 3c) zestawiono na rys. 4 i dla porównania wyniki uzyskane dla politetrafluoroetyleny PTFE.

Badania odporności na ścieranie prowadzono w najbardziej niekorzystnych warunkach, stosując suche ścierniwo, ze względu na dominującą ilość osnowy w typowych masach formierskich przeznaczonych do utwardzania w polu mikrofalowym, w których spoiwo stanowi od 1 do 2,5 cz. wag na 100 cz. wag. masy [15]. Materiał wiążący mógłby, zwilżając powierzchnię ziarna, wpływać na wyniki pomiaru ścieralności.



Rys. 3. Widok SEM piasków stanowiących ścierniwo: a) piasek kwarcowy, b) piasek chromitowy, c) piasek korundowy

3. Wyniki badań ścieralności

Wyniki pomiarów ścieralności drewna sosnowego, prowadzone ze stałym dociskiem, właściwym dla materiałów trudnościeralnych, wyrażono za pomocą procentowego wskaźnika

średniej ścieralności S_{cw} [8] i zestawiono w tabeli 2. Wskaźnik ten wyznaczono na podstawie względnego stosunku różnicy masy próbek przed i po procesie ścierania do masy początkowej. Masę próbek po procesie ścierania określano po oczyszczeniu

powierzchni z materiału ścierniwa zalegającego w warstwach promieni rdzeniowych (rys. 6).

Stwierdzono, że wielkość zużycia zależy od rodzaju ścierniwa (kwarcowego, chromitowego i elektrokorundu). Wynika to z faktu różnorodności kształtu ziaren poszczególnych materiałów ściernych oraz anizotropowych właściwości drewna sosnowego [8, 14].

Największą średnią ścieralność próbek drewna sosnowego, w przypadku gdy ścierniwo przemieszczało się wzdłuż włókien (W), odnotowano po próbie ścierania piaskiem korundowym i jest ono około 1,5-krotnie większe niż dla piasku chromitowego i 3,6-krotnie większe od średniej ścieralności zmierzonej dla piasku kwarcowego.

W przypadku oznaczania ścieralności drewna sosnowego ścierniwem przemieszczającym się w kierunku poprzecznym do włókien (P), również piasek korundowy powoduje największe zużycie materiału. Natomiast piasek chromitowy i kwarcowy w mniejszym stopniu ścierają drewno w porównaniu do korundowego o odpowiednio 28% oraz 57%.

Procentowy wskaźnik średniej ścieralności drewna sosnowego w kierunku promieniowym (S) przyjmuje podobne wartości tak dla piasku korundowego jak i chromitowego. W przypadku piasku kwarcowego obserwuje się około 5-krotnie mniejsze zużycie powierzchni w tym kierunku niż dla pozostałych badanych gatunków ścierniwa.

Tabela 2.

Wyniki pomiarów ścieralności drewna sosnowego w kierunku: wzdłużnym (W), poprzecznym (P) oraz promieniowym (S) wyrażone wskaźnikiem średniej ścieralności S_{cw}

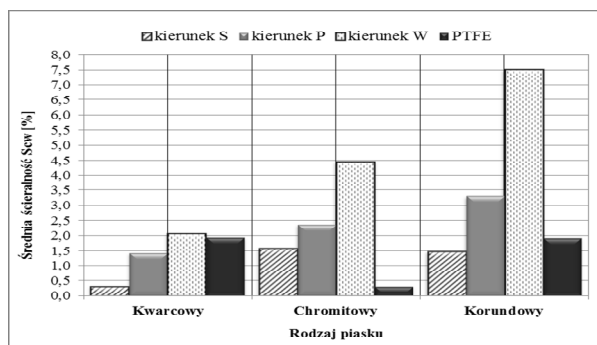
Rodzaj piasku	Kierunek ścierania	Średnia ścieralność S_{cw} [%]
Kwarcowy	P	1,43
	W	2,09
	S	0,32
Chromitowy	P	2,39
	W	4,47
Korundowy	S	1,59
	P	3,31
	W	7,53
	S	1,48

Na rysunku 4 zestawiono porównanie wartości S_{cw} drewna sosnowego, w zależności od rodzaju użytej osnowy piaskowej

oraz kierunku ścierania, z tworzywem polimerowym (PTFE) [7]. Drewno sosnowe poddane działaniu ściernemu piasku kwarcowego wykazuje w kierunkach osiowym (S) oraz poprzecznym (P) większą odporność na ścieranie niż PTFE, natomiast w kierunku wzdłużnym (W) jest ona zbliżona do tworzywa polimerowego.

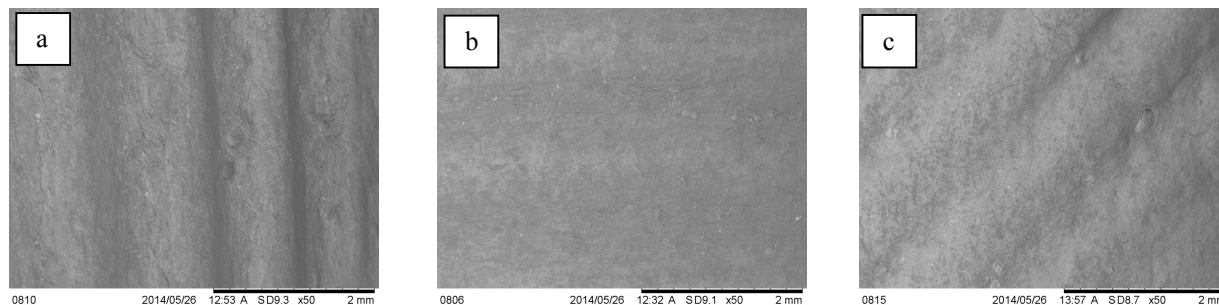
Największą różnicę, wyrażoną za pomocą wskaźników S_{cw} pomiędzy drewnem sosnowym a tworzywem sztucznym, obserwuje się po ścieraniu piaskiem chromitowym i jest ona od około 4, 6 do 10 razy większa dla drewna ścieranego w kierunkach odpowiednio S, P i W niż dla tworzywa PTFE.

Zastosowanie w badaniach piasku korundowego wykazało podobną ścieralność drewna sosnowego w kierunku promieniowym i PTFE oraz około 2 do 3 razy mniejszą tworzywa polimerowego w porównaniu z drewnem badanym poprzecznie i wzdłużnie.

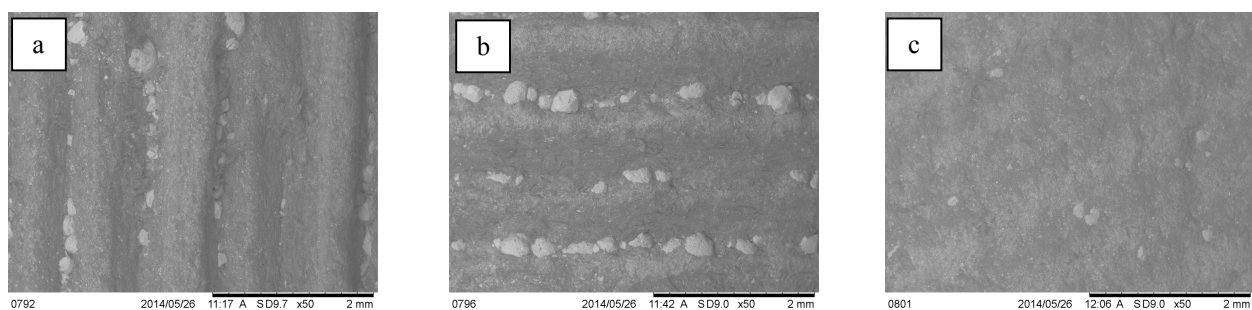


Rys. 4. Zestawienie średniej ścieralności drewna sosnowego i PTFE określonej dla trzech rodzajów ścierniwa

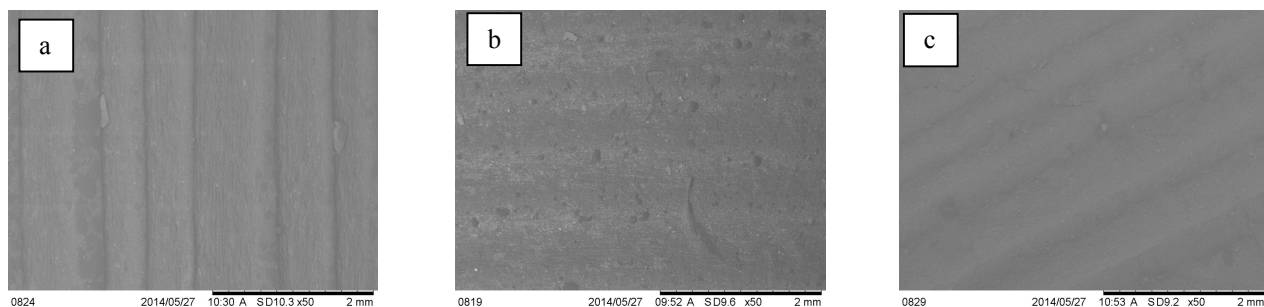
W celu wyjaśnienia mechanizmu ścierania drewna sosnowego przeprowadzono obserwacje powierzchni za pomocą skaningowego mikroskopu elektronowego SEM. Wyniki obserwacji dla trzech zastosowanych gatunków ścierniwa przedstawiono na rysunkach 5 - 7. Mikroskopowy obraz powierzchni drewna sosnowego po procesie ścierania z zastosowaniem piasku kwarcowego (rys. 5), zgodnie z przewidywaniami, uwypukla zwiększone zużycie materiału w obszarach promieni rdzeniowych, charakteryzujących się mniejszą twardością oraz gęstością. Świadczą o tym widoczne pofalowania ścieranej powierzchni powstałe w wyniku przejścia ziaren piasku. Na powierzchni próbek zaobserwowano również pojedyncze ziarna piasku.



Rys. 5. Widok powierzchni próbek drewna sosnowego po ścieraniu piaskiem kwarcowym: a) kierunek wzdłużny, b) kierunek poprzeczny, c) kierunek promieniowy



Rys. 6. Widok powierzchni próbek drewna sosnowego po ścieraniu piaskiem chromitowym: a) kierunek wzdłużny, b) kierunek poprzeczny, c) kierunek promieniowy



Rys. 7. Widok powierzchni próbek drewna sosnowego: po ścieraniu piaskiem korundowym: a) kierunek wzdłużny, b) kierunek poprzeczny, c) kierunek promieniowy

Zastosowanie jako ścierniwa piasku chromitowego, który charakteryzuje się podobną charakterystyką ziarnową do piasku kwarcowego, ale lekko nieregularnym, „kanciastym” kształtem ziaren, zwiększyło efekt wbijania się drobnych ziaren w obszarach promieni rdzeniowych (rys. 6a i 6b). Większe gromadzenie się ziaren piasku chromitowego zaobserwowano w kierunku poprzecznym (P) do słoików.

Powierzchnia powstała po badaniu odporności na zużycie z zastosowaniem piasku korundowego, przedstawiona na rys. 7, na tle pozostałych (rys. 5 i 6), charakteryzuje się najmniejszą chropowatością we wszystkich badanych kierunkach. Powodem tego był zapewne intensywny proces ścierania polegający na skrawaniu drewna ostrzami drobnych ziaren korundu.

4. Wnioski

Badania odporności na ścieranie drewna sosnowego, wyrażone parametrem średniej ścieralności, pozwoliły na uzupełnienie danych o możliwości jego zastosowania do budowy oprzyrządowania odlewniczego, przeznaczonego do pracy w polu mikrofalowym. Na podstawie analizy wyników badań i obserwacji mikroskopowych stwierdzono, że:

- przeprowadzone badania ścieralności luźnym, ziarnistym materiałem osnowy potwierdziły pełną przydatność drewna, charakteryzującego się dobrymi właściwościami elektrycznymi, do wytwarzania oprzyrządowania

odlewniczego przewidzianego do pracy w polu mikrofalowym;

- poddane badaniom drewno sosnowe, w porównaniu do tworzywa sztucznego PTFE, stanowi materiał alternatywny w przypadku stosowania mas formierskich i rdzeniowych o osnowie z piasku kwarcowego średniego, o średnim wskaźniku kulistości oraz zaokrąglonych ziarnach, szczególnie wówczas, gdy powierzchnie narażone na duże zużycie będą wycięte prostopadle do osi słoików drewna;
- wykazano, że kształt ziaren osnowy, wywiera istotny wpływ na intensywność procesu ścierania drewna sosnowego we wszystkich kierunkach, co wykazały badania z zastosowaniem piasku chromitowego i korundowego, i należy ten fakt uwzględnić przy budowie oprzyrządowania z tego gatunku drewna;
- niezbędna jest dalsza kontynuacja badań ścieralności wszelkich materiałów, które wykazują korzystne właściwości dielektryczne, a ich dobra obrabialność będzie sprzyjała wytwarzaniu z nich elementów oprzyrządowania odlewniczego pracującego w polu mikrofalowym,
- dalsze badania powinny zostać poszerzone o określenie wpływu na odporność na ścieranie i na właściwości elektryczne pokryć ochronnych nanoszonych na drewniane powierzchnie oprzyrządowania modelowego, tworzących nowe układy warstwowe o nieokreślonych dotychczas parametrach dielektrycznych;
- wyniki przedstawionych badań uzupełnią grupę danych podstawowych, których znajomość jest niezbędna do

budowy modelu matematycznego procesu nagrzewania mikrofalowego mas formierskich i rdzeniowych znajdujących się po procesie formowania w oprzyrządowaniu odlewniczym.

Literatura

- [1] Wichary Technologies Sp. z o. o. (2014, April). *Oferta maszyn i urządzeń*. Retrieved May 23, 2014, from <http://wichary.eu/>
- [2] Warchała, T. (1986). *Wykonanie modeli i rdzennic*. Poradnik Inżyniera. Odlewnictwo. Tom 1. Warszawa: Wydawnictwo Naukowo-Techniczne.
- [3] Sydor, M. (2011). *Drewno w budowie maszyn*. Poznań: Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu.
- [4] Piwoński, T. (1977). *Poradnik modelarza, formierza i rdzeniarza*. Warszawa: Wydawnictwa Naukowo-Techniczne.
- [5] Lewandowski, L. (1997). *Tworzywa na formy odlewnicze*. Kraków: Akapit.
- [6] Stachowicz, M., Mażulis, J., Granat, K. & Janus, A. (2014). Influence of molding and core sands matrix on the effectiveness of the microwaves absorption. *Metallurgija*. 53 (3), 317-319.
- [7] Stachowicz, M., Opyd, B. & Granat, K. (2014). Comprehensive evaluation of polymeric materials for foundry tooling used in microwave field. *X Międzynarodowa Konferencja Nowoczesne Technologie Odlewnicze i Metalurgiczne - Ochrona Środowiska Technologie Energo – i Materiałoszczędne, 4-6.09.2014 Lipowa*.
- [8] Krzysik, F. (1974). *Nauka o drewnie*. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
- [9] Granat, K., Opyd, B., Nowak, D. & Stachowicz, M. (2013). Określenie możliwości zastosowania w procesach nagrzewania mikrofalowego oprzyrządowania odlewniczego z drewna. *Archives of Foundry Engineering*. 13(spec.1), 135-138.
- [10] Nosal, W. (2012). *Tribologia. Wprowadzenie do zagadnień tarcia, zużywania i smarowania*. Poznań: Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej.
- [11] Lawrowski, Z. (2009). *Tribologia. Tarcie, zużywanie i smarowanie*. Wrocław: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej.
- [12] Dokumentacja DTR stanowiska testowego T-07.
- [13] Stachowicz, M., Opyd, B., Granat, K. & Markuszewska K. (2014). Effect of electrical properties of materials on effectiveness of heating their systems in microwave field, *Archives of Foundry Engineering*. 14(2), 111-114.
- [14] Rakowska, J., Radwan, K. & Ślosorz, Z. (2012) Problemy oceny wielkości i kształtu ziaren materiałów sypkich. *Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza*. 3, 59-64.
- [15] Stachowicz, M., Granat, K. & Nowak D. (2013) Dielectric hardening method of sandmixes containing hydrated sodium silicate. *Metallurgija*. 52(2), 169-172.

Determination of Possibility of Using the Pine Wood for Foundry Tooling for Work in Microwave Field

Abstract

The paper presents the results of the abrasion resistance of pine wood, due to its favorable electrical characteristics, intended for use in the construction of foundry tooling used in a microwave field for drying and/or hardening of moulding and core sands with the electromagnetic waves frequency of 2,45 GHz. The basic evaluation criteria of usability of materials for foundry tooling used in a microwave field are electrical, technological and utility properties, in which the most important is abrasion, described in this paper by average abrasion index. Abrasion resistance of pine wood was determined by apparatus T-07. Abrasive tests were carried out for three grades of the moulding sand base: medium high-silica sand, chromite sand type FS and aloxite No. 90. The samples of the pine wood were prepared in three different directions, dependent to its directionality structure. Results of the pine wood abrasion tests were referred to the results of average abrasion index of polytetrafluoroethylene which is a popular construction material of foundry tooling operating in the microwave field. It was found that, average abrasion index of pine wood is similar to average abrasion index of more expensive plastics, both tested with medium high-silica sand. It was noticed that, apart from abrasive grade, the abrasion resistance of pine wood was the highest in a perpendicular surface to the rings direction