

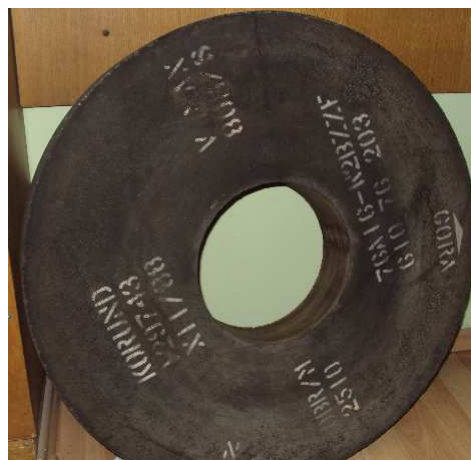
KIERUNKI ROZWOJU ŚCIERNIC Z KORUNDÓW SPIEKANYCH

CZESŁAW NIŻANKOWSKI*

Syntetycznie przedstawiono dotychczasowy stan wiedzy w zakresie konstrukcji i technologii ściernic z korundów spiekanych oraz wskazano podstawowe kierunki rozwoju tych ściernic.

W latach sześćdziesiątych ubiegłego wieku podjęto badania mające na celu opracowanie takich twardych ścierniwi korundowych, które charakteryzowałyby się w porównaniu z elektrokorundami niższą energochłonnością procesu wytwarzania, wyższą względną wydajnością szlifowania, niższymi kosztami wytwarzania oraz możliwością formowania ziaren ściernych według zadanego kształtu. W rezultacie firma 3M wyprodukowała w 1974 roku ścierniwo ze zwykłego korundu spiekane o oznaczeniu 76A. Korund ten do chwili obecnej wytwarzany jest z kalcynowego boksytu o niskiej zawartości krzemionki. Z racji znacznie niższych w porównaniu z temperaturami topnienia temperatur spiekania i krótszych czasów utrzymywania maksymalnej temperatury, a także z uwagi na eliminację operacji rozbijania bloków piecowych, mielenia i klasyfikacji ziaren ściernych uzyskano obniżkę energochłonności i kosztów wytwarzania nawet o 32% w stosunku do niezbędnych przy wytwarzaniu elektrokorundu zwykłego. Uzyskano także możliwość formowania ziaren ściernych w postaci wałeczków, graniastopów, tulei oraz przyzmatoid spieczonych z krystalitów o wymiarach od 1 do 5 μm (I generacja). Ściernice ze zwykłego korundu spiekane wytwarzane są na żywicznym spoiwie fenolowo-formaldehydowym, przeważnie ze wzmocnieniem wokół otworu osadczego w postaci kilku toroidalnych pierścieni stalowych zatopionych w korpusie ściernicy. Ściernice te produkowane są w szerokim zakresie średnic (od 400 do 1200 mm), dlatego ciężar ściernicy przekracza niekiedy 100 daN. Wszystkie ściernice ze zwykłego korundu spiekane są wstępnie orientowane u producenta i przeznaczone do szlifowania wysokowydajnego z prędkościami do 80 m/s. Istotnymi ograniczeniami przy produkcji takich ściernic jest brak technologicznych możliwości wytwarzania ich ze ścierniwi o numerze ziarna > 30 , a także trudności z ich wyrównowaniem. (rys.1). W latach osiemdziesiątych ubiegłego wieku podjęto zatem kolejne prace badawcze, których celem było uzyskanie ściernic z korundów spiekanych nowej generacji o wyższych numerach ziaren ściernych, charakteryzujących się dodatkowo wyższą jednorodnością mikrostruktury, twardością i ciągliwością.

* Prof. nazw. Dr hab. inż. Czesław Niżankowski- Wydział Mechaniczny Politechniki Krakowskiej



Rys.1. Ściernica ze zwykłego korundu spiekane 76A firmy KORUND

W efekcie w firmie 3M wyprodukowano w latach 1986 do 1988 pierwsze ściernice z tzw. submikrokystalicznego korundu spiekane o handlowej nazwie Cubitron na klasycznym spoiwie ceramicznym, przeznaczone do szlifowania z prędkościami do 45 m/s. Submikrokystaliczny korund spiekany otrzymywany jest z organometalicznych związków glinu przy zastosowaniu metody typu zol-żel, dzięki czemu jego ziarna ściernie zbudowane są ze spieczonych krystalitów $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ o wymiarach od 0,1 do 0,5 μm . (II generacja). W handlu dostępny jest także pod innymi nazwami jak Seeded Gel VK lub Saphir Blue. Z uwagi na koszty uzyskiwania związków wyjściowych dla tych ścierniwi, ściernice z nich wykonane są nieco droższe od ściernic elektrokorundowych o spoiwie ceramicznym. Ich ceny są zresztą ściśle uzależnione m.in. od procentowej zawartości submikrokystalicznego korundu spiekane w całej objętości ścierniwi w ściernicy. Pamiętać bowiem należy, że ściernice zawierające ścierniwo składające się wyłącznie z submikrokystalicznego korundu spiekane wytwarzane są wyjątkowo rzadko. Przeważnie ściernice te zawierają tylko od 10 do 70% submikrokystalicznego korundu w ścierniwi, a pozostałą objętość wypełnia szlachetny elektrokorund. Sytuacja ta podyktowana jest wymaganiami eksploatacyjnymi ściernic tego rodzaju i znajduje odzwierciedlenie w oznaczeniach tych ścierniwi np. 3SG wskazuje, że tylko 30% objętości ścierniwi wypełnia Seeded Gel.



Rys. 2. Ściernica z submikrokryształowego korundu spiekane go SG f-my NORTON

Kolejny istotny krok w rozwoju ściernic z korundów spiekanych dokonany został już w XXI wieku, kiedy to w 2006 roku firmy Winterthur i Rappold zaferowały na rynku ściernice NanoWin z nanokryształowego korundu spiekane go na ceramicznym spoiwie szklanokryształowym. Wytwarzany metodami CVD nanokryształowy korund spiekany pozwala na otrzymanie ziaren ściernych spieczonych z krystalitów o wymiarach od 0,01 do 0,05 μm (III generacja). Podobnie jak ściernice z II generacji korundów spiekanych w ścierniwi ściernicy stanowi on tylko od 10 do 50% jego objętości co również znajduje odzwierciedlenie w oznaczeniu ścierniwa(np. 93N wskazuje, że 30% objętości ścierniwa wypełnia NanoWin). Dzięki wyższej reaktywności wiązań ze spoiwami ceramicznymi oraz dzięki wyższej wytrzymałości zawierających krystality szklane ceramicznych mostków spoiwa ściernice te umożliwiają szlifowanie z prędkościami od 50 do 80m/s.



Rys. 3. Ściernica z nanokryształowego korundu spiekane go 93N f-my Rappold

Aktualnie w obszarze ściernic z korundów spiekanych I generacji wskazać można następujące kierunki rozwoju:

- stosowanie nowego rodzaju wzmocnień ściernicy tak pod względem konstrukcyjnym jak i materiałowym,
- stosowanie ścierniwi ze stopowych korundów spiekanych (np. CrA),
- stosowanie ścierniwi mieszanych o zoptymalizowanym z uwagi na kryterium przeznaczenia składzie objętościowym korundów spiekanych(np. 76A + ZrA).

Natomiast w obszarze ściernic z korundów spiekanych drugiej generacji zaznaczają się takie kierunki rozwoju jak:

- wytwarzanie ścierniwi o regularnych kształtach ziaren ściernych (np. ziarna TG),
- wytwarzanie ścierniwi o dużych długościach, umożliwiających konstruowanie specjalnych struktur ściernicy(np. ściernice Auros),
- wytwarzanie ściernic na ceramicznych spoiwach szklanokryształowych (np. ściernice Winterthur),
- wytwarzanie ziaren ściernych blaszkowatych (np. ziarna SGX),
- wytwarzanie ścierniwi z agregatowych ziaren ściernych (np. ziarna ściernice Cubitronu 321),
- wytwarzanie ziaren ściernych o kontrolowanym rozpadzie ziarna na poziomie submikrokryształowym (np. NQ),
- wytwarzanie ścierniwi mieszanych z monokorundem lub azotko-tlenkiem glinu,
- Wytwarzanie ściernic o nieciągłej CPS (np. ściernice Altos) ,
- Wytwarzanie ściernic segmentowych (np. ściernice Optimos),



Rys. 4. Ściernica z mieszane go ścierniwa typu TGP (TG + CrA + 99A) f-my Saint Gobain Abrasives

- Wytwarzanie ściernic typu Quantum z mieszanek ściernicowych submikrokryształicznego korundu spiekane go oraz zielonego węgliku krzemu tak na spoiwach ceramicznych jak i żywicznych. Ścierniwo tych ściernic określane jest przez użytkowników domyślnie z uwagi na fakt braku szczegółowych informacji od producenta. Niektórzy uważają, że ściernice te wytwarzane są z mieszaniny submikrokryształicznego korundu spiekane go z submikrokryształicznym spiekaniem węglikiem krzemu.



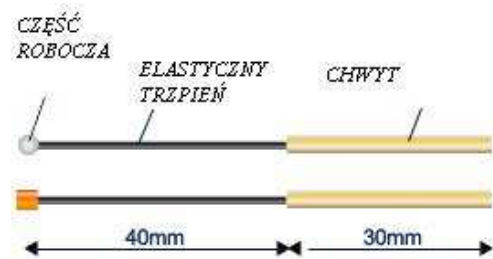
Rys. 5. Ściernica Quantum z mieszanego ścierniwa typu NQ (SGA + 99C) f-my NORTON

Wreszcie w obszarze ściernic z korundów spiekanych III generacji uwiadcniają się takie kierunki rozwoju jak:

- Poszukiwania prostszych i tańszych metod CVD wytwarzania ścierniwo,
- wytwarzanie ziaren ściernych o kontrolowanym rozpadzie ziarna na poziomie nanokryształicznym,
- wytwarzanie ścierniwo o wymaganych kształtach,
- uzyskanie równomiernego tempa submikrozurzywania się ziaren ściernych i mostków spoiwa szklanokryształicznego poprzez zmiany struktur i składów fazowych obu składników ściernicy.

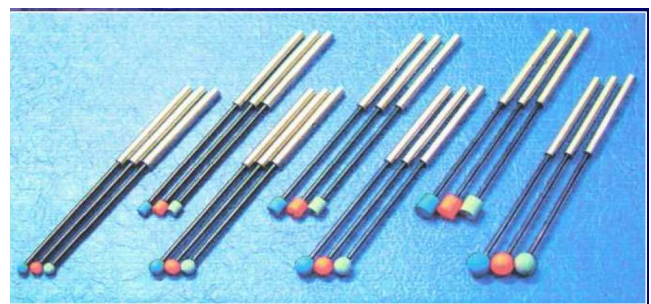
W 1996 roku japońska firma Xebec Technology Co. opracowała specjalne ściernice trzpieniowe z

wiskerowych korundów spiekanych, przeznaczone do tępienia ostrych krawędzi w przedmiotach obrabianych. Ściernice te posiadają różnego rodzaju kształty czynnych powierzchni stosownie do kształtów gratowanych otworów (łącznie 32 kształty). Ścierniczki te osadzone są na elastycznych trzpieniach wykonanych z materiałów kompozytowych. Walcowe części chwytowe tych narzędzi ściernych umożliwiają ich zamocowanie w uchwytach klasycznych elektronarzędzi do obróbki ręcznej. Ścierniczki te zbudowane są wyłącznie ze spieczonych wiskerów korundowych bez zastosowania dodatku jakiegokolwiek spoiwa. Przy ich produkcji stosowane są wiskery o średnicach od 1- 5 μm i długościach od 40-70 μm . Na rysunkach 6 i 7 przedstawiono odpowiednio przykładową konstrukcję oraz widok ogólny tego rodzaju ściernic.



• N

Rys.6. Opis konstrukcji ściernicy trzpieniowej ze spiekanych wiskerów korundowych



Rys.7. Widok ogólny różnego typu ściernic trzpieniowych ze spiekanych wiskerów korundowych firmy Xebec Technology Co.

Rozwój ściernic z korundów spiekanych we wskazanych w tym sygnałnym artykule kierunkach następuje ze zróżnicowaną intensywnością. Niektóre z przyporządkowanych tym kierunkom rozwiązań konstrukcyjno-technologicznych znalazły już zastosowania przemysłowe, inne znajdują się w fazie

prototypowania a pozostałe wymagac będą jeszcze wielu miesięcy żmudnych i kosztownych badań.

LITERATURA

1. Niżankowski Cz.: Wpływ struktury ścierniw z korundów spiekanych na zdolność ścierną ściernic ze szklanokruystalicznym spoiwem ceramicznym. Monografia pod red. A. Barylskiego- Obróbka ścierna, Gdańsk 2011,s.81-90.
2. Prospekty firm: Tyrolit Rappolol, Winterthur, 3M, Saint Gobain Abrasives, Norton, Xebec Technology Co. 2008-2011.

f
g

