

Garnet – uniwersalne ścierniwo w pneumatycznej obróbce strumieniowo-ścierniej

Granat almandynowy znany jako garnet (norma ISO 11126-10) jest ścierniwem niemetalowym, wielokrotnego użytku, pochodzenia mineralnego. Kopalnie tego ścierniwa występują w pokładach skał metamorficznych i magmowych, głównie w Indiach, Australii, Afryce, Stanach Zjednoczonych, Nowej Zelandii, Cejlonie, Kanadzie, Brazylii i Urugwaju.

Granaty stanowią wykrystalizowane w układzie krystalograficznym regularnym, krzemiany metali dwu- i trójwartościowych według sumarycznej formuły $M_3K_2(SiO_4)_3$, gdzie $M = Ca, Mg, Mn^{+2}$ i Fe^{+2} a $K = Al, Fe^{+3}$ i Cr^{+3} . O kolorze decyduje rodzaj kationów Cr (zielenie), Fe (czerwienie) i Mn (amaranty).

Pośród wielu odmian granatów, z których wiele jest używanych w jubilerstwie jako barwne kamienie półszlachetne (pirop-rubinowo-czerwony, melanit – czarny, awarowit – szmaragdowo-zielony), do obróbki strumieniowo-ścierniej najczęściej używa się odmianę almandynową o wzorze $Fe_3Al_2(SiO_4)_3$.

Almandyny posiadają barwę od ciemnoczerwonych i brunatno-czerwonych do prawie czarnych. Kopalinę stanowią zlepki kryształów 12 ściennych (*Dodecadendrony*) i sporadycznie 24 ściennych (*Trapezodry*) w układzie regularnym, z ostrym przełomem muszlowym powstającym w wyniku rozbicia się ziarna ściernego.

Twardość tej odmiany granatu wynosi ~ 8 w skali Mohsa, a więc dużo więcej niż piasku (6) i więcej od żużla pomiedziowego (6-7).

Ciężar właściwy to $4,1 \text{ g/cm}^3$ (piasku $2,6 \text{ g/cm}^3$ a żużla pomiedziowego $2,7-2,9 \text{ g/cm}^3$ wg danych producenta – norma podaje $3,15 \text{ g/cm}^3$).

Ciężar nasypowy garnetu zależy od wielkości ziaren i wynosi $\sim 2,4 \text{ g/cm}^3$ (piasku kwarcowego i żużla pomiedziowego po $\sim 1,5 \text{ g/cm}^3$).

Garnet sprzedawany w Polsce pod handlową nazwą Jet-Garnet zawiera w składzie mineralogicznym:

- 97-98% wagowych czystego granatu almandynowego,
- 1-2% Ilmenitu $FeTiO_3$ (surowiec do wytwarzania bieli tytanowej TiO_2 zwanej Rutylem),
- 0,5% kwarcu,
- do 0,5% pozostałych domieszek (prawie 0,5% manganu – Mn).

Skład chemiczny tlenkowy:

- aluminium (jako Al_2O_3) – 21%;
- żelazo (jako Fe_2O_3) – 31%;
- krzem (jako SiO_2) – 35%;
- magnez (jako MgO) – 8%;
- wapń (jako CaO) – 1,5%;
- tytan (jako TiO_2) – 1,0%;
- mangan (jako MnO) – 0,5%;

- ołów (jako PbO) – 0,05%;
- cyrkonu (jako ZrO) – ślady.

Własności dodatkowe:

- zawartość chlorków w ekstrakcie wodnym: $< 50 \text{ ppm}$;
- zawartość soli rozpuszczalnych w ekstrakcie wodnym: $< 100 \text{ ppm}$;
- przewodnictwo właściwe ekstraktu wodnego ścierniwa: $\sim 10 \mu S$ (Simensów)/m (norma $25 \mu S/m$);
- zawartość gipsu: – brak (świadczy o bardzo niskiej zawartości siarczanów);
- zawartość węglanów („margli”): – brak (w przeciwieństwie do piasku a zwłaszcza żwiru i piasku rzecznoego);
- praktycznie nie zawiera wolnej krzemionki – czyli wolnej, krystalicznej, chemicznie niezwiązanego SiO_2 ; – « 0,5% (normy najczęściej dopuszczają do 1% a ochrona środowiska do 2% w składzie pyłów);
- nie chłonie wilgoci – (nie musi być chroniony przed wilgocią a jedynie przed opadami);
- zawartość wilgoci zgodnie z wymaganiami normy: $< 0,5\%$ (mała zawartość wilgoci oraz brak higroskopijności nie powoduje zbryleń ziaren ściernych w przeciwieństwie do piasków i żużla pomiedziowego, a więc nie musi być suszony);
- zawartość wolnych metali tj. Fe, Cu i innych metali ciężkich: śladowa (nie obserwuje się, więc reakcji tych metali z podłożem oczyszczanym, jak to ma miejsce w przypadku stosowania żużli odpadowych i śrutów – przyspieszających korozję podpowłokową i tworzących rdzę nalotową);
- nie reaguje z wodą – (nie rdzewieje jak śrutu i nie ulega hydrolizie);
- nie reaguje z kwasami; odczyn pH wyciągu wodnego – 6,93 (całkowicie obojętny).



Fot. 1. Wygląd nie rozbitego ziarna ściernego garnetu

reklama Jet System

Inne własności

- trwałość: – wysoka (6 do 10 zawróceń do ponownego użycia);
- nieznacznie magnetyczny;
- radioaktywność: – nie przekracza „tła” przeciętnego otoczenia;
- nie tworzy iskry przy uderzeniu w powierzchnię metalu ani nie wytwarza ładunków elektryczności statycznej.

Garnet – jak widać z przedstawionych danych – pod każdym względem przewyższa piasek kwarcowy, którego stosowanie w obróbce strumieniowo-ścierniej powierzchni na sucho jest zabronione od 1 maja 2004 roku (Dz. U. nr 16 z 2004, poz. 516) oraz pozostałe ścierniwa mineralne (oliwin, staurolit, cyrkon, ilmienit, kruszywa bazaltu, granitu i wapienia) oraz syntetyczne odpadowe (żuźle wielkopiecowe, konwerterowe, paleńskie, ponikłowe, pocynkowe i pomiedziowe), kulki szklane i granulaty szklane, ponieważ jest od nich trwalszy (5 do 10 zawróceń ziaren ściernych) i bardziej wydajnym (od 60 do 80%) oraz stosunkowo tani jak na ścierniwo wielokrotnego użytku.

Garnet jest ścierniwem „uniwersalnym” – można go używać w praktyce do czyszczenia wszystkich materiałów, takich jak: stal nierdzewna, metale kolorowe i ich stopy, z powodu wysokiej czystości tego ścierniwa, a zwłaszcza – z powodu braku pyłu żelaznego i kationów żelaznych, jak też niskiej zawartości soli rozpuszczalnych (chlorków i siarczanów).

Granat almandynowy znacznie mniej pyli od innych ścierniw mineralnych z powodu wysokiej jego trwałości (w 1 przejściu rozbija się do 10% ziaren garnetu, a piaski i żuźle powyżej 50% ziaren, co kwalifikuje je od ścierniw jednorazowego użytku).

Dzięki większemu ciężarowi właściwemu garnetu ($4,2 \text{ g/cm}^3$) od piasku ($2,6 \text{ g/cm}^3$) i żuźla pomiedziowego ($2,7\text{-}2,9 \text{ g/cm}^3$) oraz większej jego twardości (~ 8 w skali Mosh'a) od piasku (6) i żuźla (6-7) oraz posiadaniu przez granat ostrych krawędzi, zużywa się około 2 razy mniej garnetu, bez zawracania i do 12 razy mniej na przykład przy 6 zawróceń od żuźla pomiedziowego na oczyszczenie 1 m^2 powierzchni, (większa masa ziaren powoduje większą energię uderzenia ziarna ściernego zgodnie z wzorem $E_k = mv^2/2$, a większa twardość ziaren oraz posiadanie ostrych krawędzi, podwyższa jeszcze ich skrawność).

Większa jest z tego powodu szybkość czyszczenia i chropowacenia powierzchni garnetem niż żuźlem pomiedziowym (od 40 do 60%) i od piaskiem kwarcowym (do 80%).

Posiadanie przez ziarna garnetu wielu ostrych krawędzi i naroży oraz powstawanie podczas ich rozbijania nowych ostrych krawędzi o przełomie muszlowym, pozwala na uzyskanie wysokich wydajności czyszczenia i chropowacenia powierzchni materiałów obrabianych strumieniowo-ściernie o korzystnym profilu tej chropowatości, to znaczy powstawaniu ostrych szczytów i nacięć (nie falistych jak w przypadku piasków i żwirów). Powstaje zatem znacząco powiększona powierzchnia, która sprzyja podwyższeniu przyczepności farb i innych powłok ochronnych, ponieważ przyczepność zależy głównie od sił van der Waals'a działających na granicy styku podłoża i powłoki ochronnej lub kleju w przestrzeni $5 \times 10^{-6} \text{ mm}$.

Użycie systemu recykulacji ścierniwa i jego oczyszczania pozwala na wielokrotne użycie JetGarnetu (5 do 10 razy) nie tylko w kabinach i komorach, ale nawet w terenie, gdzie są urządzenia do okresowej separacji zanieczyszczeń od ścierniwa. Urządzenia te są również produkowane w Polsce i cieszą się dużym uznaniem, ponieważ bardzo szybko się zwracają.

Należy podkreślić, że niskie zużycie ścierniwa i niskie jego pylenie zmniejsza znacznie ilość powstającego odpadu zużytego garnetu (w stosunku do piasków i żużli odpadowych), którego zbieranie i utylizacja obowiązuje w Polsce już od 1 lutego 2004 (Dz. U. 2004 nr 16, poz. 156).

Mniejsze są zatem koszty nie tylko samego garnetu, ale i wartości pochodne w postaci kosztu dowozu ścierniwa, wywozu odpadów, składowania i utylizacji odpadów, zużycie energii na zgodne z przepisami odpylanie komór, kabin lub stanowisk czyszczenia oraz mniejsza ilość energii zużytej na wytworzenie sprężonego powietrza potrzebnego do wykonania takiego samego zadania produkcyjnego na skutek wyższej jego wydajności.

Niski stopień rozbijania się ziaren ściernych podczas obróbki strumieniowo-ścierniej powierzchni - przy umiejętnym uzupełnianiu ścierniwa - pozwala utrzymywać stały poziom wielkości parametru chropowatości oczyszczanej powierzchni (R_a, R_z, R_{y5} i R_{max}).

Bardzo niski opór właściwy ziaren garnetu ($< 10^9 \Omega \text{ cm}$) jest przyczyną wyjątkowej właściwości garnetu polegającej na nie powstawaniu isker przy uderzeniu ziaren ściernych

		Pozostałość na sitach [w % wagowych]												
Wielkość [nr sita] Wielkość [mm] i w USA Mesh (#)		12	14	18	20	30	40	50	60	70	80	100	120	140
		1,70	1,4	1,00	0,85	0,60	0,425	0,30	0,25	0,212	0,18	0,15	0,125	0,106
		12	14	18	20	30	40	50	60	70	80	100	120	140
Do cięcia w strumieniu wody	120									0,28	15,46	75,12	8,38	0,76
	80 Blue							30,3	27,80	2,55	30,96	8,66		
	80							0,00	35,00	50,00	15,00			
Do obróbki strumieniowo- ścierniej na sucho i mokro	C					1,20	28,50	53,20	14,60	1,70	0,80			
	B				0,17	31,25	60,68	7,90						
	A		0,12	19,58	46,88	33,10	0,32							
	A+	1,17	11,68	74,21	8,36	4,68								

Tabela. Asortyment JetGarnetu według analizy rozsiewu na sitach i jego przeznaczenie

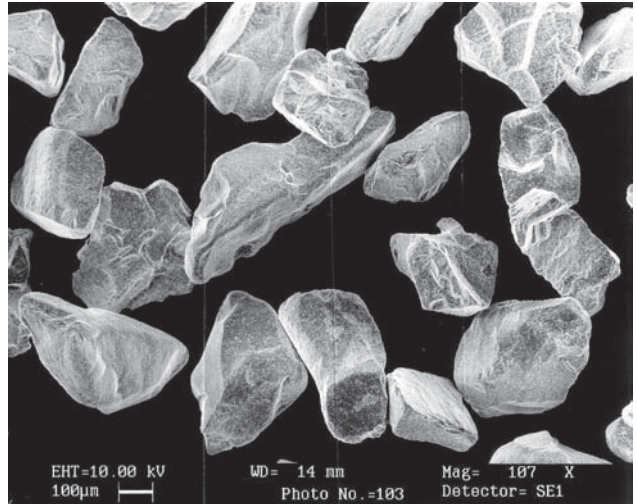
o metalową powierzchnie oraz nie gromadzeniu się na powierzchni ziaren ściernych granatu almandynowego ładunków elektryczności statycznej. Ta właściwość garnetu pozwala na jego szerokie zastosowanie w atmosferze grożącej wybuchem i zapaleniem (np. w pracach remontowych na tankowcach, platformach wydobywczych gazu i ropy, w rafineriach, zakładach przetwórstwa ropy, stacjach paliw, zbiornikach paliw i chemikaliów oraz materiałów łatwo zapalnych, głównie chemicznych).

Wysoka skrawność i trwałość ziaren ściernych oraz umiarkowana cena predysponuje garnet do stosowania go w obróbce strumieniowo-ściernej tam, gdzie ścierniwo jest zraszane wodą: (przystawki zraszające i Körchery), oczyszczania błotem ze ścierniwa (TORBO), systemów mokrego oczyszczania pneumatycznego ścierniwem suchym wspomaganie strumieniem wody o niskim i średnio wysokim ciśnieniu wody (1 do 300 bar) i ze wspomaganie powietrzem zawiesiny ścierniwa w wodzie pod ciśnieniem 300 do 500 bar, jak też urządzeniami zasysającymi ścierniwo przez wodę o ciśnieniu od 300 do 2.000 bar.

Garnet jest ścierniwem najchętniej stosowanym w urządzeniach do precyzyjnego cięcia wszelkich materiałów, strumieniem wody i ścierniwa pod ciśnieniem około 4.000 bar.

Czystość garnetu, jego duży ciężar właściwy oraz mała reaktywność, predysponują go do używania jako złoża filtracyjne w oczyszczalniach ścieków.

Wielkość ziaren ściernych garnetu jest określana przez wieloletnie doświadczenia praktyczne producenta i pokazana jest w tabeli rozsiewu sitowego.



Fot. 2. Garnet po przetworzeniu

Ziarna garnetu A i A+ rekomendowane są do obróbki strumieniowo-ściernej pod poziomem wody i jako złoża filtracyjne. Garnet B i C jest uważany za optymalny do obróbki strumieniowej na sucho i mokro ze względu na poziom uzyskiwanych wydajności. Najdrobniejsze ziarna o symbolu 80, 80 Blue i 120 są dobrane pod kątem urządzeń do cięcia materiałów wodą z dodatkiem ścierniwa pod bardzo wysokim ciśnieniem rzędu 4000 bar w urządzeniach stacjonarnych i przenośnych.

W następnym numerze przedstawimy założenia techniczne i technologiczne obróbki strumieniowo-ściernej na sucho

MAREK MARCINKOWSKI

reklamy