

Garnet i inne ścierniwa stosowane w terenie otwartym (1)

W niniejszym opracowaniu staram się przedstawić możliwie prawdziwe dane na temat ścierniw niemetalowych, a zwłaszcza garnetu, w celu uwypuklenia ich przydatności techniczno-technologicznych w obróbce strumieniowo-ścierniej na sucho i mokro w terenie otwartym.

Wydajność oczyszczenia powierzchni i wielkość zużycia ścierniwa zależą od wielu czynników, a w pierwszym rzędzie od:

- twardości danego ścierniwa,
- ciężaru właściwego i nasypowego ścierniwa,
- kształtu ziaren ściernych (posiadanie nieostrych krawędzi i wierzchołków),
- trwałości ścierniwa (w przypadku ponownego stosowania danego ścierniwa).

Twardsze ścierniwo posiada większą zdolność do chropowacenia powierzchni, co ma bezpośredni wpływ na większą wydajność obróbki powierzchni oraz zmniejszenie ilości ścierniwa na oczyszczenie 1 m² powierzchni obrabianej strumieniowo-ścierniej. Uwaga ta dotyczy zarówno obróbki na sucho, jak i na mokro. Przy obróbce strumieniowo-ścierniej na mokro dodatkowy wzrost wydajności oczyszczania i zmniejszenia ilości zużytego ścierniwa obserwuje się dopiero podczas zastosowania ciśnienia wody powyżej 600 bar lub zastosowania silnego wspomaganie sprężonym powietrzem zawiesiny wodnej ścierniwa.

Ciężar właściwy stosowanego ścierniwa, a ściślej – wielkość jego ciężaru nasypowego ma wpływ w fazie początkowej, w czasie jego transportu wewnątrz dyszy na prędkość ziarna wylatującego z dyszy zgodnie z drugim prawem Newtona, mówiącym o równości popędu i pędu punktu materialnego. Wyraża się to prawidłowość równaniem:

$$P \cdot \Delta t = m \cdot \Delta v$$

gdzie P – siła oddziaływania strumienia sprężonego powietrza na ścierniwo, Δt – czas oddziaływania tej siły, m – masa ziarna ściernego (zależy od wielkości ziarna i jego gęstości), Δv – wzrost prędkości ziarna ściernego.

Obserwuje się tu pośrednio wpływ długości dyszy i jej kształt (korzystny dla dysz Venturiego). Ziarno opuszczające dyszę posiada energię kinetyczną EK wyrażoną wzorem:

$$EK = m \cdot v^2/2$$

Nabyta prędkość ziarna ściernego w dyszy ma jak widać największy wpływ na energię ziarna ściernego. Mniejszy wpływ natomiast ma masa ziarna. Zagadnienie to jest jednak bardziej skomplikowane, gdyż nie tylko masa, ale i kształt oraz objętość ziarna ma wpływ na wielkość przeciwdziałania oporowi powietrza stawianego ziarnu ściernemu. Dlatego śrutuje się utrzymując długość strumienia ściernego na poziomie 70 cm, a elektrokorund około 20 cm.

Kształt ziaren ściernych wspomaga zdolności ziaren ściernych do chropowacenia obrabianej strumieniowo-ścierniej powierzchni. Ziarna okrągłe posiadają znikomą skrawność, a więc i wydajność czyszczenia i chropowacenia powierzchni. Ziarna ścierniw posiadających ostre krawędzie ściernie i ostre wierzchołki chropowacą powierzchnię w znacznie większym stopniu niż okrągłe (o to przecież chodzi w obróbce przygotowującej powierzchnię do nakładania powłok ochronnych).

Dla przykładu w wyniku zaokrąglenia śrutu ciętego z drutu jego wydajność spada około 4-krotnie po ~ 400-krotnym zawróceniu.

Zakłada się, że rozbicie 50% ziaren ściernych powoduje, iż ścierniwo nie nadaje się do dalszego użytku i jest kierowane na składowisko odpadów. Trwałość ma znaczenie wtedy, gdy istnieje możliwość zbierania ścierniwa i jego ponownego użycia. Stosuje się już powszechnie na świecie urządzenia do separacji zanieczyszczeń ścierniwa w spo-

sób okresowy lub ręczny. Zawracanie ścierniwa bez separacji zanieczyszczeń skraca prawie dwukrotnie jego żywotność. Zawracanie ścierniw wielokrotnego użytku (np. garnetu czy elektrokorundu) pozwala oczyszczać powierzchnię przy niższych kosztach niż podczas stosowania piasku i żużla pomiedziowego. Pomaga uzyskiwać znakomitą czystość obrobionej powierzchni i bardzo korzystnie ukształtować profil chropowatości, jak też szybko spłacić koszt urządzenia separującego.*

Niektóre dane techniczne opisujące omawiane ścierniwa pokazuje tabela 1.

Wymagane normy dla ścierniw niemetalowych wg PN EN ISO 11126-2 do -10:

Przewodność właściwa ekstraktu wodnego danego ścierniwa

$$< 25 \text{ mS/m}$$

Zawartość chlorków rozpuszczalnych w ścierniwie

$$0,0025 \% (< 25 \text{ ppm})$$

Wilgotność względna ścierniwa

$$< 0,2 \%$$

Twardość ziaren ściernych według 10-stopniowej skali Mohs'a

$$> 6.$$

Zawarte w zestawieniu dane, jak zaznaczono w uwagach pod tabelką, zostały sprowadzone do jednakowych warunków ich stosowania, w celu pokazania rzeczywistych ich własności technicznych i technologicznych. W literaturze naukowej brak jest danych o wydajności i zużyciu takich oliwinu, staurolitu, piasku cyrkonowego, hematytu, ilmienitu, korundu naturalnego i podobnych ścierniw. Wartości podawane przez firmy sprzedające dane ścierniwo są mocno zawyżone i nie spełniają zasady, że ścierniwo twardsze, cięższe i posiadające ostrzejsze krawędzie jest wydajniejsze od innych.

Ścierniwa niemetalowe

Garnat almandynowy zwany garnetem (jak korund) jest naturalny kopa-

Tablica 1. Niektóre dane techniczne opisujące omawiane ścierniwa

Rodzaj ścierniwa	Niemetalowe pochodzenia mineralnego						Syntetyczne	
Opis własności	Granat (2)	Oliwin (3)	Staurolit (4)	Piasek cyrkonowy (5)	Piasek kwarcowy (6)	Żwirki płukany i piasek rzeźny (6)	Elektrokorund zwykły A 95 (7)	Żuzel pomiedziowy (6)
Czystość ścierniwa								
Przewodność właściwa ekstraktu wodnego w mS/m:	10	< 25	< 25	< 25	12,64	92,5	5,8-7,8	8,82
Zawartość chlorków rozpuszczalnych w % wag.:	0,0022	b. d.	b. d.	b. d.	0,00464	0,00286	0,0004/7	0,01074
w ppm (1/10 000 cz. całości)	(22)						(4-7)	(107,4)
pH ekstraktu wodnego ścierniwa	6,93	b. d.	7,6 (8)	b. d.	9,3 (8)	5,9 (8)		6,3/8,2 (8)
Własności fizyczne								
Wilgotność względna w % wag.:	< 0,2	0,1	b. d.	b. d.	> 0,2	> 0,2	0,0065	< 0,5
Twardość w skali Mosh'a	8	7	7	7,5	6	6	9,03	~6,7
Ciężar nasypowy w kg/dcm ³	2,4	~1,8	2,15	-	1,5	1,5	~1,7	1,6
Ciężar właściwy kg/dcm ³	4,1	3,3	3,7	4,15	2,6	2,6	4,43	2,6-3,2
Własności technologiczne								
Krotność użycia	4-10	1	b. d.	b. d.	1	1	20-30	1-2
Wydajność w m ² /h	24	(20)	(21)	(20)	13	10	30	20
Zużycie ścierniwa ¹								
bez zawracania w kg/m ² :	15	(15)	(15)	(15)	35	50	10	30
z zawracaniem w kg/m ² :	2,5	(15)	(15)	(15)	35	50	0,77	20
(przy ilu zawróceniach)	(6 a)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(13)	(1,5)

(1) – dane technologiczne są przybliżone i dotyczą czyszczenia stali zwykłej do stopnia CSa21/2, ścierniwem o granulacji 0,2-1 mm, przy dyszy o otworze wewnętrznym 10 mm, odległości dyszy od powierzchni 50 cm, pod kątem do powierzchni 450° oczyszczarki typu ciśnieniowego z zachowaniem ciśnienia u wlotu do dyszy ~7 bar; (2) – dane wg JetSystem; (3) – dane wg DuPont i North Cape Minerals; (4) – dane wg DuPont (5) – dane wg Wikipedii; (6) – dane wg J. Andziaka (IMP); (7) – na podstawie badań IMP; (8) – wg danych ASTM D-4940

liną, lecz o dużo szerszym zakresie występowania jego pokładów, co sprawia, że jest dużo tańszy (1,1 zł/kg). Gęstość granatu (~ 4,1 kg/dm³) podobna jest do elektrokorundów. Twardość garnetu (~ 7,5-8 wg Mosh'a) powoduje, iż jego skrawność niewiele ustępuje elektrokorundowi (wydajność ~ 24,1 m²/h). Granat posiada mniej ostre krawędzie, co czyni go idealnym przy obróbce powierzchni miękkich materiałów (metale lekkie) i niewymagających bardzo ostrego profilu chropowatości. Trwałość garnetu sięga 10 zawróceń, a zużycie na oczyszczenie powierzchni jest stosunkowo niewielkie (~ 15 kg/m²). Garnet dzięki twardości, czystości ziaren ściernych i dużej trwałości, podobnie jak elektrokorund, jest ścierniwem uniwersalnym. Może być stosowany do obróbki strumieniowo-ścierniej praktycznie wszystkich materiałów. Garnet ponadto pozbawiony jest własności magnetycznych i co najbardziej istotne, zdolności do iskrzenia (stosowany dzięki temu do czyszczenia cystern, zbiorników, urządzeń petrochemicznych, stacji paliw,

platform wydobywczych). Nie podwyższa radioaktywności ponad nawet bardzo niski poziom „tła” radioaktywnego otaczającego środowiska (fot. 1).

Piasek oliwinowy (wg ISO 11126-8) to mieszanina fajalitu (Fe₂SiO₄) i fosferytu (Mg₂SiO₄), czyli ortokrzemian magnezowo-żelazowy. Jest ścierniwem o kolorze oliwkowo-zielonym, pochodzenia naturalnego o gęstości 3,25 kg/dm³, niewielkiej twardości 6,5-7 w skali Mosh'a, i średniej trwałości. Występuje w skałach magmowych w USA, Afryce, Niemczech i na Uralu. Cena jego zbliżona jest wprawdzie do ceny garnetu, lecz jego niska trwałość (1-2 zawróceń) i niższa wydajność (~ 20m²/h) oraz brak informacji o poziomie za-

nieczyszczeń solami rozpuszczalnymi sprawia, że ustępuje zdecydowanie garnetowi (poziom zanieczyszczeń zależy od czystości złoża i efektywności operacji płukania) (fitog. 2).

Staurolit – (wg ISO 11126-9) o wzorze sumarycznym 2(Fe,Mg,Zn)O·A·IOOH·4Al₂O₃(SiO₄), czyli uwodniony krzemian glinu, żelaza, magnezu i cynku o kolorze najczęściej czarnym lub brązowym i połysku szklistym. Występuje w skałach amorficznych na terenie



JetSystem
82-300 Elbląg, ul. Niska 2
tel. 055 236 18 82, 235 33 45
fax. 055 236 18 84 wew. 20
e-mail: info@jetgarnet.pl
www.jetgarnet.pl

NATURALNIE DOSKONAŁY

Oferujemy:
JetGarnet A,A+,B,C,C+,80,80 blue,120.

SIŁA TECHNOLOGII • DOSKONAŁOŚĆ NATURY
DOSKONAŁOŚĆ TECHNOLOGII • SIŁA NATURY

Brazylii, USA i w Alpach. Jest on ścierni-
wem mineralnym, którego nazwa pocho-
dzi od słów stauros i lithos, co oznacza
kamień krzyżowy. Jego układ krystalogra-
ficzny jest jednoskośnym, o pokroju słup-
kowym. Występują często jako bliźniaki
zrosnięte w jednej płaszczyźnie wierzcho-
łkami pod kątem prostym. (fot. 3)

Piasek cyrkonowy – nienormowa-
ny. Zawiera głównie (98,5-99% $ZrSiO_4$)
– ziarna przezroczyste, od żółcieni do
czerwieni, krystalizują w układzie tetra-
gonalnym. Posiada owalny kształt
i gładką powierzchnię ziaren. Jego twardość
wynosi 7,5 w skali Mohs'a; ciężar
wł. 4,3-4,7 kg/dm^3 , a ciężar nasypowy
2,42-2,84 $kg/litr$. Jest wyjątkowo kru-
chym ścierniwem. Pył cyrkonowy zawiera
>2% krystalicznej krzemionki, co dys-
kwalifikuje go w świetle wymagań sta-
wianych ścierniwom i warunków BHP na
stanowisku pracy, jak też norm na pyły
w środowisku naturalnym. Zawiera też
tlenki żelaza, co zanieczyszcza po-
wierzchnię oczyszczaną i ogranicza
jego zastosowanie do stali zwykłych.
Wysoka cena oraz wysoka zawartość
krzemionki i niekorzystny kształt ziaren
zniechęca do jego stosowania w obrób-
ce strumieniowo ścierniej (fot. 4).

Piasek kwarcowy, rzeczny i żwirki – nie są opisywane, gdyż ich stoso-
wanie jest zakazane już od 1 maja 2004
roku. Wycofano też normę europejską
na to ścierniwo. Dane technologiczne są
jednak przytoczone w tabeli jako punkt
odniesienia do innych ścierniw.

Ilmenit – o wzorze $FeTiO_3$, koloru
brązowo-czarnego jest głównie surow-
cem do produkcji bieli tytanowej. Posiada
twardość ~5,5 w skali Mohs'a, ciężar
właściwy 4,72 kg/dm^3 . Jest stoso-
wany jako ścierniwo głównie tam, gdzie
jest wydobywany. Popularny jest najbar-
dziej wśród kamieniarzy oraz jako do-
datek do strumienia tnącego wody w ur-
zędzeniach wysokociśnieniowych
(~4000 bar).

Korund naturalny – kopalina nie-
normowana, a jako ścierniwo porówny-
walny z elektrokorundem zwykłym. Jest
wyjątkowo drogim ścierniwem z uwagi
na rzadkość występowania jego pokła-
dów i niespełniania najczęściej podsta-
wowego warunku, jakim jest ~ 99% za-
wartość Al_2O_3 oraz sporej ilości zanie-
czyszczeń żelazo-krzemem.

Hematyt – nienormowany. Jest
jedną z rud żelaza o wzorze Fe_2O_3 kry-

stalizującą w układzie trygonalnym o za-
barwieniu szarym lub czarnym z poły-
skiem metalicznym. Jest nieprzezroczy-
sty. Posiada twardość 6,5 w skali Mohs'a
i gęstość 5,2. Staje się popularnym
na zachodzie ścierniwem, lecz jego
możliwości technologiczne niewiele
przewyższają żuźle odpadowe, a są
przy tym zanieczyszczone tlenkami żela-
za (fot. 6).

Dolomit to skała wapienna. Twar-
dość 3,5 w skali Mohs'a, ciężar własci-
wy 2,85 kg/dm^3 a nasypowy 1,5 kg/dm^3 .
Stosowany w stocznjach basenu Morza
Śródziemnego, gdzie jest jego duża
podaż jako odpadu kamieniarskiego.
Jako ścierniwo jest mało atrakcyjnym
z uwagi na mierne osiągi technologiczne
i zawartość krystalicznej wolnej krze-
mionki (powyżej 2%).

Żużel pomiedziowy (PN EN ISO
11126-3:2000) – krzemiany żelaza. Naj-
bardziej popularne w Polsce ścierniwo
jednokrotnego użytku. Może mieć spo-
re trudności przetrwania w świetle no-
wych przepisów, które zostały omówio-
ne wcześniej oraz istnienia planów sta-
łego zmniejszania ilości odpadów aż do
28% dzisiejszej ich ilości do roku 2020.
Posiadała zbyt dużą wilgotność gwar-
towaną (wcześniej 0,5%, a obecnie nor-
ma PN EN ISO 11126-1 : 2001 przewi-
duje minimum 0,2%), dlatego w prakty-
ce powoduje zbrylanie się ścierniwa
w przewodach i w oczyszczarce zakłó-
cające jej pracę.

Żużel paleniskowy (PN EN ISO
11126-4:2002) – nie jest u nas popular-
ny, ale raczej nie widzę dla niego zasto-
sowania zwłaszcza w świetle nowych
przepisów prawnych. Użycie jego w Za-
chodniej Europie jest już dzisiaj poważ-
nie ograniczane. Nie jest też uzasadnio-
ne stosowanie go zamiast żużla pomie-
dziowego.

Żużel wielkopiecowy (PN EN ISO
11126-6:2002) – stanowi krzemian wap-
nia. Jest jeszcze bardziej pyłącym ści-
erniwem odpadowym od żużla pomie-
dziowego. Tworzy więcej odpadów. Jest też
bardzo higroskopijny z powodu swojej
gąbczastej struktury, a więc może po-
wodować zlepianie się ziaren ściernych,
powodując zakłócenia pracy oczyszczar-
rek. Nie nadaje się pod farby ftalowe i a-
krylowe, prawdopodobnie z uwagi na
alkaliczny odczyn (pH 11,5). Nie jest też
on jeszcze do końca przebadany. To
bardzo mało wydajne ścierniwo, a jego

użycie wydaje się być technologicznie
nieuzasadnione.

Żużel konwertorowy (PN EN ISO
11126-6:2002) – jest też krzemianem
wapnia posiadającym podobne wady,
co żużel wielkopiecowy.

Elektrokorund zwykły A95 (PN
EN ISO 11126-7) – zawierać powinien
powyżej 94% tlenku glinu w postaci α -
 Al_2O_3 , koloru brązowego. Jest ścierni-
wem uniwersalnym (za wyjątkiem elek-
trokorundu zwykłego regenerowanego)
i można go stosować do obróbki wszy-
stkich materiałów. Elektrokorund zwykły
i szlachetny A99 – biały (> 99% α - Al_2O_3)
są jednymi z najtwardszych spośród
wszystkich ścierniw (~9,02 wg skali
Mohs'a). Posiadają wyższy ciężar wł-
ściwy (~4 kg/dm^3) od SiC, co powodu-
je, że wydajnością (27 m^2/h) ustępuje
mu tylko nieznacznie. Elektrokorund
zwykły jest ścierniwem trwalszym od SiC
(powyżej 12 zawróceń) i posiada niskie
zużycie (~ 6,6 kg/m^2) oraz jest dużo od
niego tańszy (~ 2,4 $zł/kg$). Z tego po-
wodu najczęściej stosowany jest do
chropowacenia powierzchni, zwłaszcza
bardzo twardych materiałów. Elektroko-
rundu szlachetnego i półszlachetnego
nie stosuje się do chropowacenia po-
wierzchni, ze względu na bardzo wy-
soką ich cenę.

Węglik krzemu (SiC) – czarny,
zwany często karborundem (nienormo-
wany) jest produktem wyłącznie synte-
tycznym. Posiada najwyższą twardość
wśród ścierniw mających znaczenie
praktyczne (twardość 9,2), dzięki temu
jest najbardziej skrawnym i wydajnym
ścierniwem. Posiada jednak prawie
dwukrotnie mniejszą trwałość, co przy
prawie dwukrotnie wyższej cenie od
elektrokorundu zwykłego czyni go ści-
erniwem mało opłacalnym. Stosowany
jest natomiast do szlifowania ostrych
krawędzi szkła, matowania szkła oraz
jako dodatek do cięcia materiałów stru-
mieniem wody oraz do sporządzania
past polerskich.

Próby użycia innych surowców
naturalnych do obróbki strumieniowo-
ścierniej można uznać za nieudane. Naj-
bardziej obiecującym był kruszony ba-
zalt o twardości 6,9; ciężarze właściwym
do 3,2 kg/dm^3 , pH ekstraktu wodnego
5,9, przewodnictwo właściwe ekstraktu
wodnego 14 mS/m . Jest ścierniwem
bardzo pyłącym i bardzo mało wydaj-
nym. Kruszone granity posiadają twardość



Garnet



Oliwin



Staurolit



Piasek cyrkonowy



Hematyt

dość porównywalną z bazaltem, lecz posiadają duże zanieczyszczenia solami rozpuszczalnymi (29 mS/m). Kruszone skały wapienne np. dolomity są używane w stocznicach greckich, ale są mało wydajne z racji niskiej twardości i często zawierają ponad 2% wolnej niezwiązanej chemicznie ani krystalograficznie krzemionki – SiO₂.

Piaski kwarcowe pod warunkiem, że je rzeczywiście płukano i nie należały

do zwykłych piasków budowlanych o dużej zawartości margli i zanieczyszczeń sodowych, były bardzo przydatne do prac prowadzonych w terenie, jeśli ich kilkakrotnie nie używano i nie stosowano ich do usuwania starych powłok miniowych i chromianowych. Tylko wtedy mogłyby mieć szansę nie zagrazać środowisku i pracownikom. Mankamentem ich jest jednak bardzo wysoka norma zużycia na wyczyszczenie 1 m² powierzchni i bardzo

duże oraz niebezpieczne dla człowieka i środowiska naturalnego pylenie.

MAREK MARCINKOWSKI

* Od lutego 2004 roku istnieje obowiązek zbierania zużytego ścierniwa, zanieczyszczonego ścierniwa i jego utylizowania, a od 1 maja 2004 zakazane jest stosowanie piasku kwarcowego, jego odmian i mieszanek z innymi ścierniwami [Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 14 stycznia 2004 roku w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy czyszczeniu powierzchni, malowaniu natryskowym i natryskiwaniu cieplnym (Dz. U. nr 16 z 4.02.2004 poz. 156)]

Lakiery do tworzyw sztucznych
Lakiery proszkowe
Lakiery wodne przemysłowe
Lakiery budowlane

WORWAG
PRODUCENT FARB I LAKIERÓW

WORWAG POLSKA Sp. z o.o.
ul. Sobieskiego 20B,
66-200 Świebodzin
Tel./fax +48 68 4585855,
+48 68 4585856
e-mail: worwag@worwag.com.pl
http://www.worwag.com.pl

Dominik Mądrachowski
0 600 289 131

Michał Samuel
0 602 134 535

Tomasz Sołgała
0 600 289 151

Europa Wschodnia:
Maciej Borkowski - 0 602 134 252

...technologie
inżynierii powierzchni

przygotowanie powierzchni
przed emalowaniem, lakierowaniem, cynkowaniem ogniowym

metallchemie
Polska sp. z o.o.

Nalożenie jakiegokolwiek powłoki na materiał podłoża wymaga przygotowania powierzchni.
Nasza oferta obejmuje m.in.:

- **EKASIT, SURFACLEAN** •
- **kąpiele odtłuszczające** do każdego systemu pracy i rodzaju materiału podstawowego.
- **SURFASIT** •
- grupa środków do **fosforanowania żelazowego**, do stosowania w układach natryskowych i zanurzeniowych.
- **SURFACOTE** •
- **kąpiele do fosforanowania cynkowego, manganowego, cynkowo-wapniowego**.
- **PROSEAL Al. 24/F** •
- **chromianowanie** zapewniające optymalne warunki przylegania powłoki lakierniczej do aluminium.

• **SERWIS TECHNICZNY** • **ANALIZY LABORATORYJNE** •

www.metallchemie.pl

Metallchemie Polska Sp. z o.o., ul. Pawliczka 25, 41-800 Zabrze, tel. 0 (prefix) 32 370 17 16, fax 0 (prefix) 32 370 16 91, www.metallchemie.pl